தாவரங்களில் வாஸ்குலார்
திசு வேறுபாடு அடைதல்
கோவிந்தராஜுலு (டு)

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—553

# தாவரங்களில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதல்

2

ஆசிரியர்கள்

த. கோவிந்தராஜுலு, எம்.எஸ்ஸி.
விரிவுரையாளர், தாவரவியல் துறை,
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்,

அ. கி. மூர்த்தி, பி.எஸ்ஸி., பி.டி.,
உயிரியல் ஆசிரியர்,
தஞ்சாவூர்.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—December, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 553



# VASCULAR DIFFERENTIATION IN PLANTS

T. GOVINDARAJALU AND A. K. MOORTHY

**Price Rs. 4-20**

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

*Printed by*
M/s. INIYAN ACHAGAM,
9, Rundals Road,
VEPERY, MADRAS-7.

# அணிந்துரை

**திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்**
**(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)**

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பல ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்து வரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'தாவரங்களில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதல்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 553ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 588 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெற வேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

# பொருளடக்கம்

# 1. வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பைப்பற்றிய கருத்துகள்

## (Concepts of Vascular Organization)

### முன்னுரை

வாஸ்குலார்த் தாவரங்களின் ஸ்போரோஃபைட் (sporophyte) உயிர் மலர்ச்சி மேம்பாட்டின் உயர்ந்த அளவைக் காட்டுகின்றது. ஸ்போரோஃபைட்டின் தாவர உடல் இலை. தண்டு, வேர் என்னும் உறுப்பு வேறுபாட்டினைப் பெற்று,விரிவான வாஸ்குலார்த்தொகுதியையும் கொண்டுள்ளது. வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன: 1. சைலம் (xylem), 2. ஃபுளோயம் (phloem). சைலம், நீரையும் ஊட்டப் பொருள்களையும் கடத்தும். ஃபுளோயம், தயாரிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்களைக் கடத்தும். சைலத்திலுள்ள கடத்தும் செல்களுக்கு டிரேகியரிக் கூறுகள் (tracheary elements) என்று பெயர். ஆகவே, இவையுள்ள தாவரத் தொகுதி டிரேகியோ-ஃபைட்டா (tracheophyta) எனப் பெயர் பெறும். டிரேகியோஃபைட்டுகளின் காமட்டோஃபைட்களில் (gameto-phyte)வாஸ்குலார்த்திசுக்கள் இராஇருப்பினும் சைலோட்டம் (psilotum), சில பெரணிகள் (ferns) ஆகியவற்றின் காமட்டோஃபைட்டுகளில் நலிந்த வளர்ச்சியுடைய (weakly developed) டிரேகியத் திசு உள்ளது.

நீர்த் தாவரங்கள் நிலத்தில் வாழத் தொடங்கியபொழுது வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று பெய்லி (Bailey, 1953), ஹூபர் (Huber, 1956) முதலியோர் நம்புகின்றனர். தாவரங்கள் நிலத்தில் வாழத் தலைப்படுவதற்கு நீரைக் கடத்தும் திசுக்கள் இன்றியமையாதனவாகும். காற்றுவெளிக் கரியமில வாயு உட்புகுவதற்காக உள்ள இலைத்துளைகள் வழியாக நீராவிப்

போக்கு (transpiration) நடைபெறுகிறது. நீர்த்தாவரங்கள் பொதுவாக நீரில் அமிழ்ந்துள்ளன. ஆனால், நிலத் தாவரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய நீரை மண்ணிலிருந்தே பெறுகின்றன. மண்ணிலிருந்து நீர் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் பகுதிகளுக்குக் கடத்தப்பட வேண்டும். நீர் கடத்தும் வேலையை ஸைலம் எனப் படும் ஒரு வகைத் திசு மேற்கொள்கிறது. ஸைலம் பின்வரும் முறையில் தோன்றுகிறது. ஒரு டிரேகிய செல் நீட்சியடைகிறது, தனது உறை (wall) தடிக்குமாறு செய்கிறது. புரோட்டோபிளாசத்தை இழக்கிறது, இறுதியாக டிரேகிய செல்லாக மாற்றமடைகிறது. உயர்வகை டிரேகிய செல்களில் இரு முனைகளிலும் தடுப்பு முறை இருக்காது. தனி வளர்ச்சியின் (ontogeny) பொழுது செல் உறையின் பகுதிகள் இரு எதிர் முனைகளிலும் நீக்கப்படுகின்றது இவ்வாறு திறந்த செல்கள் முனைக்குமுனை இணைவதால் நீண்ட குழாய்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றின் வழியாக நீர் எளிதில் செல்லும். இக் குழாய்களே வெஸல்கள் (vessels) ஆகும்.

நீர்வாழ்வு தாவரங்களைச் சூழ்ந்துள்ள நீர், தாவரங்களுக்குத் தாங்குதல் அளிக்கின்றது. தாவரங்கள் நிலத்திற்கு வந்ததும், தாங்குதல் அளிக்க அவற்றைச் சுற்றி நீர் இல்லை. டிரேகிய செல்களே வலுத் தரும் பகுதிகளாயின. பிறகு சிறப்பான (specialised) தாங்கு செல்களும், நார்த் (fibres) திசுக்களும் தோன்றின. ஸைலத்தைவிட ஃப்ளோயம் தோன்றிய முறையைப் பற்றிக் குறைவாகவே அறிந்துள்ளோம். ஏனெனில், தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களில் (fossils) ஃப்ளோயம் சரிவரப் பாதுகாக்கப்படவில்லை. மேலும், ஃப்ளோயத்தை ஆராய்வது கடினம். டிரேகியோபைட்டுகளில் ஃப்ளோயம் ஸைலத்தோடு இணைந்தே காணப்படுகின்றது. மேலும், இவ்விரு திசுக்களும் ஒரே ஆக்குதிசுவிலிருந்து (meristem) உண்டாகின்றன. இவ் விரு திசுக்களும் தொடக்க நிலையில் செல்களின் நீளம், அகலம், அமைப்பு ஆகியவற்றில் ஒத்தமைகின்றன. ஆனால், ஃப்ளோயத்தின் கடத்தும் செல்லான சல்லடைக் கூறு (sieve element) தனித்த சில இயல்புகளைப் பெற்றுள்ளது. அதன் ஸைட்டோபிளாஸம் முழுதும் மறைய வில்லை; மாறாக அது குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மாற்றமடைகிறது. சல்லடைப் பகுதிகள் வழியாகச் சல்லடை செல்களுக்கிடையே தொடர்பு அதிக அளவு உண்டாகிறது. இவ்வாறாகச் சல்லடை செல்கள் அங்கக உணவுப் பொருள்களை நீள்வாட்டத்தில் கடத்துவதற்குரிய தகைவைப் பெறுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கைப் பொருள்களைக் (photosynthates) கடத்த வேண்டிய கட்டாயம் நிலத் தாவரங்களுக்கும் உண்டு; நீர்த் தாவரங்களுக்கும் உண்டு. சில வகை ஆல்காவில் (alga) ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் உள்ளது

போன்ற ஃபுளோயத் திசுக்கள் இருப்பதை ஈசா (Esau, 1953) கண்டறிந்தார்.

## வாஸ்குலார்த் தொகுதியின் தனி வளர்ச்சி நிலைகள்
(Ontogenic Stages of the Vascular system)

வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதல் இரண்டு நிலைகளில் நடைபெறுவதாக நாம் கொள்ளலாம். கருச்செடி, நாற்று, தண்டு, வேர் ஆகியவற்றில் வாஸ்குலார்த்திசு தோன்றி வளர்வதை ஆராய்வது முதல் நிலை. இது தாவர உடலில் நடைபெறும் பிரைமரி வளர்ச்சியோடு ஒத்தமைகின்றது. உயர்வகை டிரேகியோஃபைட்டுகளில் இனப்பெருக்க உறுப்புகளை (பூ, கனி, விதை) உண்டாக்குவதோடு பிரைமரி வளர்ச்சி நிறைவு பெறுகிறது. கீழின (lower) வாஸ்குலார்த் தாவரங்களிலும் ஒருவித்திலைத் தாவரங்களிலும் (monocotyledons) பிரைமரி வளர்ச்சி மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஜிம்னோஸ்பெர்ம் (gymnosperms), இருவித்திலைத் தாவரங்கள் (dicotyledons) ஆகியவற்றில் பிரைமரி வளர்ச்சிக்குப் பிறகு செகண்டரி வளர்ச்சி (secondary thickening) நடைபெறுகிறது. செகண்டரி வளர்ச்சியின்பொழுது வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திலிருந்து (vascular cambium) கூடுதலாக ஸைலமும் ஃபுளோயமும் உண்டாகின்றன. ஆகவே, வேர், தண்டு ஆகியவற்றின் வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அளவு அதிகரிக்கிறது. கிளைத்து அளவில் பருக்கும் தாவர உடலுக்குத் தேவையான வலுவைக் கடத்துதிசுக்களும் தாங்கு திசுக்களும் அளிக்கின்றன. எந்த ஒரு மரத்திலோ (tree) குறுமரத்திலோ (shrub) இதைக் காணலாம். தொடர்ந்து ஏற்படும் வளர்ச்சிப் பெருக்கத்தின் போது செகண்டரி திசுக்கள் உண்டாகின்றன. அதே வளர்ச்சிக் காலத்தில் (growth period) தோன்றிய பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களோடு இவை தொடர்ச்சியாக உள்ளன. வேர் நுனி பிரைமரித்திசுவும், தண்டு நுனிபிரைமரித்திசுவும் அவற்றிற்கிடைப் பட்ட புதிதாகத் தோன்றிய செகண்டரி திசுக்கள் மூலம் தொடர்பு கொள்கின்றன. வேரிலிருந்துஇலைக்கு நீர் செல்வதும், இலையிலிருந்து வேர்ப் பகுதிகளுக்கு உணவு செல்வதும் புதிதாகத் தோன்றிய செகண்டரி திசுக்களின் மூலமே நடைபெறுகின்றது.

## வாஸ்குலார்த் தொகுதியும் ஸ்டீலும்
(The Vascular system and the Stele)

வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் தாவர உடலில் தொடர்ச்சியாக அமைந்துள்ளன. அதாவது, வேர் முனைகளிலிருந்து இலையின்

நரம்பு முடிவுகள் வரை. பூக்கள், கனிகள், விதைகள் ஆகியவற்றிற்கும் விரிந்து செல்கின்றன. ஸெகண்டரி வளர்ச்சியில்லாத உயரினத் தாவரங்களிலும், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி உடைய தாவரங்களின் பிரைமரிப் பகுதிகளிலும், தாவர உடலின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி தெளிவான தனித்தனிப் பகுதிகளைக் (ஸைலம், ஃப்ளோயம்) கொண்டிருக்கும். அவை பல வழிகளில் இணைந்திருக்கும். கீழின வாஸ்குலார்த் தாவரங்களின் வேரிலும், அச்சிலும் (axis) உள்ள பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுதி நெருக்கமாக அமைந்துள்ளது. சில விலக்குகள் நீக்கிப் பார்க்க ஸெகண்டரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் திண்ணிய தாவர உடலை உண்டாக்குகின்றன. பொதுவாக, வாஸ்குலார்த் தொகுதி பதிந்திருக்கும் பகுதி ஆதாரத் திசு (fundamental tissue) எனப்படும். ஆதாரத் திசுவில் பலவகை திசுக்கள் இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வெளிப்புறப் புறணியில் கோலங்கைமா (collenchyma) அல்லது ஸ்கிளீரங்கைமா (sclerenchyma) இருக்கும். உட்புறப் புறணியில் (inner cortex) பாரங்கைமா இருக்கும். இலையில் குளோரங்கைமாவும் (chlorenchyma), பித்தில் (pith) பாரங்கைமாவும் அல்லது ஸ்கிளீரங்கைமாவும் காணப்படும். வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் பொதுவாகப் பாரங்கைமாவால் சூழப்பட்டிருக்கும்; ஸ்கிளீரங்கைமாவுடன் இணைந்திருக்கும். வாஸ்குலார்த் திசுக்களைப் போலவே ஒரே ஆக்கு திசுவிலிருந்து பெரும்பகுதி ஸ்கிளீரங்கைமா தோன்றுகிறது. ஆகவே, அது வாஸ்குலார்த் தொகுதியின் ஒரு பகுதியாகவே கருதப்படுகிறது.

வாஸ்குலார்த் தொகுதிகளின் ஒருமைப்பாடு அறியப்படலாயிற்று. இதன் காரணமாக ஸ்டீல்பற்றிய கருத்து வளரலாயிற்று. இக் கருத்தை முதன் முதலில் தோற்றுவித்தவர் வான் டீகம் (Van Tieghem, 1886) என்பவர் ஆவார். ஸ்டீல் என்பது அச்சின் (axis) மையமான உருளைப் பகுதி என்றும், வாஸ்குலார்த் திசுக்கள், பித், பித் ரேக்கள் (pith rays) முதலிய ஆதாரத் திசுக்களையும், பெரிசைக்கிளையும் (pericycle) கொண்டது என்றும் முதன் முதலில் கூறப்பட்டது. ஆனால், இன்று 'ஸ்டீல்' என்ற சொல் வாஸ்குலார்த் தொகுதியை மட்டும் குறிப்பதாகப் பலர் கருதுகின்றனர்.

வாஸ்குலார்த் திசுவிற்கும் ஆதாரத் திசுவிற்கும் உள்ள தொடர்பில் காணப்படும் வேறுபாட்டை வான் டீகம் ஆராய்ந்தார். இத்தகைய வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக்கொண்டு ஸ்டீலை வகைப்படுத்தினார். இவ்வாறாக வான் டீகம் 'ஸ்டீல் கருத்தை' (Stelar concept) 'ஸ்டீல் கொள்கையாக' (Stelar theory) மாற்றினார்.

வாஸ்குலார் உருளையின் உருவியல் (morphology) சிறப்பை வான் டீகம் விளக்கினார். இதனால் வாஸ்குலார்த் தாவரங்களின் அமைப்பை ஒப்புநோக்கிச் சிறப்பாக அறிய முடிந்தது. பல தாவரவியல் அறிஞர்கள் வான் டீகத்தின் ஸ்டீல் கருத்தை ஏற்றுத் தாவரங்களை ஒப்புநோக்கி ஆராய்வதில்—குறிப்பாகப் பெரணிகளை (ferns) ஆராய்வதில்—விரிவாகப் பயன்படுத்தினர். மற்றவர்கள் ஸ்டீல் கருத்தை அவ்வளவாக ஏற்கவில்லை. 'புறணிக்கும் பித்திற்கும் இடைப்பட்ட வரையறை என்ன?' என்பதும், 'இலையின் வாஸ்குலார்த் தொடர்பிற்கும் ஸ்டீலிற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன?' என்பதும் ஆராய்ச்சிக்கும் சர்ச்சைக்கும் உரியவை.

## ஸ்டீலின் எல்லை வரையறை
## (Delimitation of the Stele)

வான் டீகம் கருத்துப்படி புறணியின் உட்புற அடுக்கான அகத்தோலும் (endodermis) ஸ்டீலின் வெளிப்புற அடுக்கான பெரிசைக்கிளும் புறணி-ஸ்டீல் ஆகியவற்றிற்கிடையே எல்லைக் கோடுகளாக அமைகின்றன. இதன்படி பெரிசைக்கிள் ஸ்டீலின் ஒரு பகுதியாகும். இதில் பாரங்கைமாவோ ஸ்கிளீரங்கைமாவோ அல்லது இரண்டுமோ இருக்கலாம். வான் டீகத்தின் மாணவர்கள் பல தாவரங்களை ஆராய்ந்து பொதுவாக ஸ்டீலில் பெரிசைக்கிள் உள்ளது என்று முடிவு செய்தனர். இம் முடிவைத் தனி வளர்ச்சி ontogeny) அடிப்படையில் சிலர் ஏற்கவில்லை. உயரினத் தாவரங்களில் பெரிசைக்கிள் வெளிப்புற ஃபுளோயப் பகுதியிலிருந்து உண்டாகிறது என்று லெஜர் (Leger, 1897) சான்றுடன் காட்டினார். தண்டு முதிர்ச்சியடையும்பொழுது முதல் சல்லடைக் கூறுகள் (first sieve elements) வேலை செய்யாமல் அழிகின்றன. எஞ்சியிருக்கும் செல்கள் நீண்டு தடிமனில் பருக்கின்றன. பல தாவரங்களில் அவை நார்த் திசுக்களாகின்றன. இவ்வாறு பெரிசைக்கிள் ஃபுளோயத்திலிருந்து தோன்றுவதைப் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் லெஜருக்குப் பிறகு உறுதி செய்தனர். ஸ்டீல் கொள்கை வளர உதவிய பிரப்னரும் (Brebner, 1902) பெரிசைக்கிள் கருத்து ஆராய்ச்சிக்குரியது என்று சுட்டிக் காட்டியுள்ளார். ஏனெனில், பெரிசைக்கிள் பல வழிகளில் தோன்றக் கூடியது. ஸ்டீல் கொள்கையை ஏற்றுக்கொண்ட ஷவுட்டும் (Schoute, 1903) தனி வளர்ச்சித் தகவல்களை வைத்துக்கொண்டு இக் கொள்கையை விளக்க முடியாது என்று கூறுகின்றார். வளர்ச்சியின் முதிர்ச்சி நிலையில் புறணிக்கும் வாஸ்குலார் உருளைக்கும் இடையே ஒரு தெளிவான எல்லை அடுக்கு தோன்றுவது ஸ்டீல் கொள்கைக்கு ஆக்கம் அளிப்பதாகும் என்பது ஷவுட்டின் கருத்தாகும். அகத்

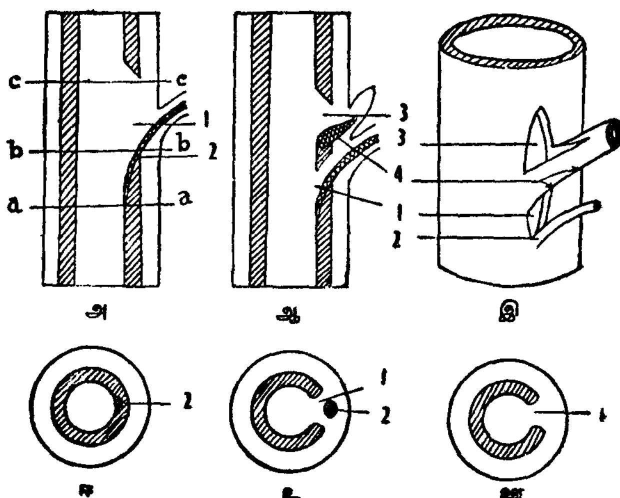
தோலின் உருவியல் வேறுபாடு தாவரத்திற்குத் தாவரமும், ஒரே தாவரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் வேறுபடுகிறது. அதைத் திசு-வேதியியல் (histochemical) முறையில் பகுத்தறியலாம். வான் பிளீட் (Van Fleet, 1961) ஆராய்ச்சிகளின்படி வாஸ்குலார்த் திசுக்களும் மற்றத் திசுக்களும் திசு-வேதியியல் பண்புகளில் வேறு படுகின்றன. திசு வேதியியல் முறையில் பார்க்க அகத்தோல், தாவரம் முழுவதும் உள்ள வாஸ்குலார்த் தொகுதிக்கு அமைப்பு எல்லை வரையறையும், செயலியல் எல்லை வரையறையும் அளிக்கின்றது. ஆனால், உருவியல் முறையில் பார்க்க அகத்தோலை ஸ்டீல் கொள்கைப்படி ஓர் எல்லைக் கோடாகக் கருத இயலாது.

தெளிவான வாஸ்குலார்ப் பகுதிகள் (கீழின வாஸ்குலார்த் தாவரங்களின் வேர்கள், தண்டுகள் ஆகியவற்றில்) நன்கமைந்த அகத்தோலைக் கொண்டுள்ளன. அகத்தோல் செல் உறை தனித் தன்மை உடையது. அகத் தோலிற்கும் வாஸ்குலார்க் கூறு களுக்கும் இடையே அகன்ற திசுப்பகுதி காணப்படும். 'பெரிசைக்கிள்' என்ற சொல்லை இத் திசுவைக் குறிக்கப் பயன்படுத்து வதே பொருத்தமாகும். வளர்ச்சி முறையில் ஆராய்ந்த பெரும் பான்மையான விதைத் தாவர தண்டுகளில் அகத் தோலை செல் உறைப் பண்புகளின் அடிப்படையில் வரையறுக்க இயலவில்லை. சில சமயங்களில் அது தரச உறையாக (starch sheath) வேறு பட்டுள்ளது. ஃபுளோயம் புறணியோடு தொடர்புகொண்டு வேறுபாடு அடைகிறது. ஆக, இத்தகைய தாவரங்களில் பெரிசைக்கிள், வாஸ்குலார்த் திசுக்களிலிருந்து வேறுபட்ட ஒன்று என்ற கருத்தில் இருப்பதில்லை.

## ஸ்டீலும் இலை இழுவையும்
(The Stele and the Leaf Traces)

'ஸ்டீலிற்கும் இலையின் வாஸ்குலார்த் தொடர்பிற்கும் உள்ள உறவு என்ன?' என்பது ஸ்டீல் கருத்தினால் எழும் இரண்டாவது கேள்வியாகும். பெரணிகளிலும், விதைத் தாவரங்களிலும் இலை களோடு தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதிகள் இணைந்துள்ளன. தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி ஓரளவிற்கோ அல்லது முழுமை யாகவோ இலையைச் சார்ந்ததுபோல் காணப்படும். ஒரு குறிப் பிட்ட கணுவில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியிலிருந்து பிரிந்து இலைக்குள் செல்லும். இவையே இலை இழுவைகள் (leaf traces) எனப்படும் (படம் 1-1).

எளிய வகைத் தண்டுகளில் (புரோட்டோ ஸ்டீல் உள்ளவை) இலை இழுவை ஒரு வாஸ்குலார் இழையை (strand) மட்டும்




படம் 1-1.

இலைப்பொங்து, இலை இழுவை, கிளைப் பொங்து, கிளை இழுவை ஆகியவற்றை விளக்கும் படங்கள்

அ. இலை இழுவை, இலைப் பொங்து வழியாகத் தண்டின் நீள்வெட்டுப் பகுதி;
ஆ. 'அ' போன்றதே. ஆனால், கிளை இழுவையும் கிளைப் பொங்தும் உள்ளன.
இ. வாஸ்குலார் உருளையிலிருந்து கிளை இழுவையும் இலை இழுவையும் பிரிந்து செல்வது.

படம் 'அ'-ல் a-a, b-b, c-c மட்டங்களில் தண்டின் குறுக்குவெட்டுப் பகுதிகளின் தோற்றம் ஈ, உ, ஊ-க்களில் காண்க.

1. இலைப் பொங்து; 2. இலை இழுவை; 3. கிளைப் பொங்து; 4. கிளை இழுவை.

கொண்டிருக்கும். சற்று விரிவான ஸ்டீல் அமைப்புடைய தண்டு களில் (ஸைபனோஸ்டீல் உள்ளவை) ஓர் இலைக்குப் பல இழுவைகள் இருக்கும். ஓர் 'இலை இழுவை' என்பது ஸ்டீலிலிருந்து பிரிந்து புறணி வழியே செல்வதாக விளக்கப்படுகிறது. உண்மையில் பார்க்கப்போனால் புறணியின் கருநிலை ஸெல்கள் (embryonic cells) வாஸ்குலார் இழையாக முதிர்ச்சியடைந்து இலை இழுவை யாகின்றன. தண்டின் ஒரு வாஸ்குலார்த்தொகுப்புடன் இலை இழுவைகள் இணைவதற்கு முன் பல கணுக்கள் (nodes), கணு விடைப்பகுதிகள் (internodes) வழியாகக் கீழ்நோக்கி செல்லும். பெரணிகள் விதைத்தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் மற்ற வாஸ்குலார்த்

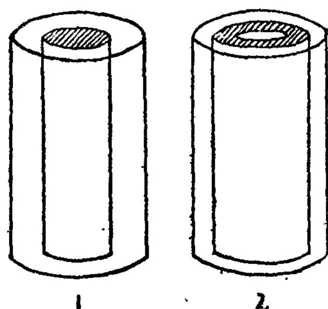
தொகுப்புகளும் இலையுடன் தொடர்புடையவை. மேல் மட்டங்களில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இலை இழுவைகள் பிரிந்து இலைக்குள் செல்லலாம். அவை இலை இழுவைகளாகவோ கூட்டு இலை இழுவைகளாகவோ இருக்கலாம். பின்னதை இலை இழுவை சிம்போடியா (leaf trace sympodia) என்று அழைப்பது பொருத்தமானது.

ஹான்ஸ்டீன் (Hanstein, 1858) இலை இழுவைக் கருத்தை உருவாக்கினார். இது ஸ்டீல் கருத்திற்கு முன் உருவாக்கப்பட்டது. இவ்விரு கருத்துகளும் ஒன்றுக்கொன்று முரணானவை என்று சிலர் கருதுகின்றனர். கேம்பல் (Campbell, 1921) கருத்துப்படி ஓபியோகிளாசத்தின் (ophioglossum) ஸ்போரோஃபைட் இலை, வேர் ஆகிய இரு பகுதிகளை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. இவ்விரு பகுதிகளுக்குமிடையே வாஸ்குலார் திசு தொடர்ச்சியாகவுள்ளது. முதிய ஸ்போரோஃபைட்டின் அச்சில் வாஸ்குலார்த் தொகுதி இலை இழுவைகளாலானது இவற்றுடன் வேரின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி நேரிடையாக இணைந்துள்ளது. 'அச்சின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி தண்டிற்குரியதா இலைக்குரியதா?' என்ற வினாவைக் கேம்பல் எழுப்பினார். 'தண்டில் தண்டு இயல்புடைய திசு காணப்படுகிறது. ஆனால், அதன் அளவு தண்டு-இலை ஆகியவற்றின் அளவைப் பொறுத்தது' என்று பவர் (Bower-1923, 1926) கருதினார். பெரணிகளில் இலை முனைப்பாக (conspicuous) உள்ளதால் ஸ்டீல் பெருமளவிற்கு இலை இழுவைகளால் ஆனது. லைகோபோடுகளில் (lycopods) தண்டு முனைப்பாக உள்ளதால் அவற்றின் ஸ்டீலின் பெரும்பகுதி தண்டு இயல்பு உடையது.

ஸ்டீல் கொள்கைப்படி தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி திண்மையான வாஸ்குலார்க் கம்பத்திலிருந்து (vascular column) தலைமுறை வளர்ச்சி (Phylogeny) முறையில் தோன்றியது. இக்கம்பம், பாரங்கைமாத் திசுக்கள் உண்டாவதால் இழைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே, ஸ்டீலின் பாரங்கைமா என்பது வாய்ப்புள்ள வாஸ்குலார்த் திசு ஆகும் (வார்டுலா, 1952). வாஸ்குலார்த்திசு தொகுப்பை இலை இழுவைகளின் கூட்டுஎன்று விளக்குவோமானால், வாஸ்குலார்த் தொகுதியில் தொடர்ச்சியில் காணப்படும் முறிவுகள் இலை இழுவைகளுக்கு நடுவிலுள்ள பொந்துகளே ஆகும். இந்தத் தொகுப்புகளின் வலைப் பின்னலுக்குள் காணப்படும் ஆதாரத் திசுவே பித் ஆகும்.

நடுவே பாரங்கைமாப் பகுதியுடைய உருளை வடிவ வாஸ்குலார்த் தொகுதிக்கு சைபனோஸ்டீல்த் என்று பெயர். நடுவே

பாரங்கைமாப்பகுதி இல்லாத வாஸ்குலார்த்தொகுதிபுரோட்டோ ஸ்டீல் எனப்படும். புரோட்டோஸ்டீல் எளிமையானது. இதிலி




படம் 1-2.

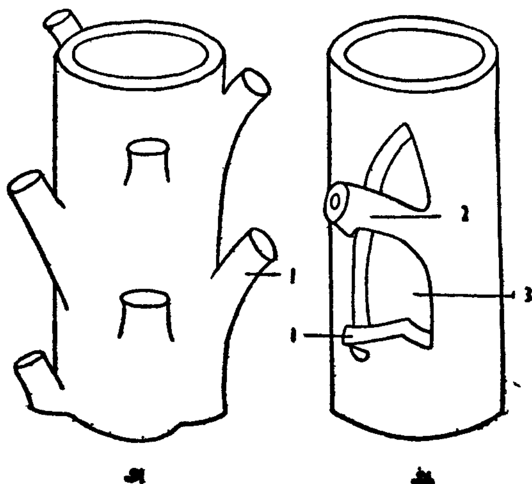
ஸ்டீலின் வகைகள்

1. புரோட்டோஸ்டீல்; 2. சைபனோஸ்டீல்

ருந்து சைபனோஸ்டீல் தோன்றியதாகப் பொதுவாகக் கருதப்படுகிறது (படம் 1-2). சைபனோஸ்டீலின் வாஸ்குலார்ப் பகுதியில் பல பாரங்கைமாப் பகுதிகள் காணப்படும். இந்தப் பாரங்கைமாப் பகுதிகளுக்குப் பொந்துகள் (gaps) என்று பெயர்; ஒரு கிளை இழுவைக்குமேல் காணப்பட்டால் அதற்குக் கிளைப்பொந்து(branch gap) என்றும், இலை இழுவைக்கு மேல் காணப்பட்டால் இலைப் பொந்து (leaf gap) என்றும் பெயர். உயர்வகை வாஸ்குலார்த் தாவரங்களில் (pteropsida) கிளைப்பொந்துகளும் இலைப்பொந்துகளும் உண்டு. கீழ்வகை வாஸ்குலார் தாவரங்களில் (Lycopsida) கிளைப்பொந்துகள் மட்டும் காணப்படுகின்றன; இலைப் பொந்துகள் இல்லை (படம் 1-3).

வளர்ச்சி அலகுக் கருத்துப்படி (growth unit concept) தண்டு, வளர்ச்சி அலகுகளால் (phytons) ஆனது. ஒவ்வோர் அலகும் ஓர் இலையையும் அதைச் சார்ந்த தண்டுப் பகுதியையும் கொண்டது. இந்தக் கற்பனை அலகிற்குத் திட்டமான எல்லைகள் கிடையா (காலிநாட், 1959), வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பை வளர்ச்சி அலகு கருத்துடன் தொடர்புபடுத்தி பிரிஸ்ட்லீ, ஸ்காட், கில்லட்(Priestley, Scott and Gillet, 1935) ஆகியோர் கூறுவதும் இதுவே. தண்டு வளர்ச்சி அலகு என்பது அச்சின் ஒரு பகுதியே. இது இலைத் தொடக்கப் பகுதியையும், இலை இழுவையையும் கொண்டது. இலை இழுவை ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட கணுவின் வழியாகச் செல்லு

னால் வளர்ச்சி அலகும் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட கணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். இந் நிலையில் வளர்ச்சி அலகினை எல்லை வரை




படம் 1-3.

ஸைபனோஸ்டீலின் இரண்டு வகைகள்

அ. இலைப் பொந்துகள் இல்லாத ஸைபனோஸ்டீல் (ஸெலாஜினெல்லா-Selaginella)
ஆ. இலைப் பொந்துகள் உள்ள ஸைபனோஸ்டீல் (நிகோடியானா: Nicotiana)
1. இலை இழுவை; 2. கிளை இழுவை; 3. இலைப் பொந்து.

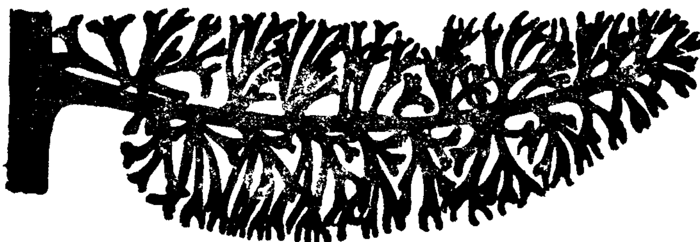
வறை செய்வது இயலாது—குறிப்பாக ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இலை இழுவைகள் இருக்கும்போது.

## இலை தோன்றுதல்
## (Evolution of Leaf)

ஒரு பரவலான கருத்துப்படி தொடக்ககால வாஸ்குலார்த் தாவரங்கள் இலையற்ற அச்சுகளைக் கொண்டிருந்தன. வேர்-தண்டு என்ற உறுப்பு வேறுபாடு கிடையாது. வேர்கள் தோன்றிய வரலாறு இன்றும் தெளிவாக அறியப்படவில்லை. ஆனால், இலை தோன்றிய வரலாறு கருதுகோள்களின் (hypothesis) அடிப்படையில் விளக்கப்படுகின்றது

இலைகள் தோன்றிய முறையை ஆராய்வதற்குமுன் இலைகளின் இரண்டு வகைகளைத் தெரிந்துகொள்வது பயனுள்ளதாகும்.

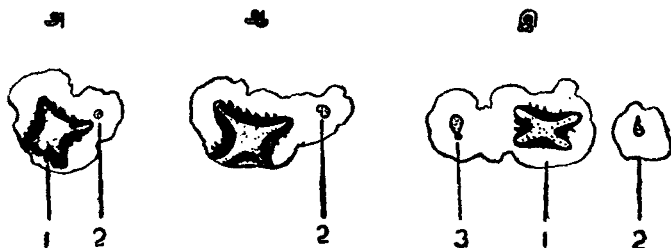
1. சிற்றிலை (Microphyllous leaf) : இதில் ஒரே ஒரு நரம்பு கிளைக்காமல் இலையடியிலிருந்து இலை நுனிக்குச் செல்கிறது.



படம் 1-4.

பழமையான இலையின் தோற்றம்: சிற்றிலைகள் இரு கிளைப்புடையவை.

2. பேரிலை (Macrophyllous leaf): இதன் தாளில் (blade) அதிகம் கிளைத்த நரம்புத் தொகுதி காணப்படும். இதன் நரம்பமைப்பு மூடிய வகை அல்லது திறந்த வகையைச் சார்ந்திருக்கும்.




படம் 1-5.

டெட்ராசைலாப்டெரிஸ் ஷிமிட்டி (Tetraxylopteris schmidtii) தண்டின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகள் தாய் அச்சின் சைலத்திலிருந்து கிளை இழுவை பிரிந்து செல்வதை அ, ஆ, இ காட்டுகின்றன.

1 தண்டு ஒன்று; 2. தண்டு இரண்டின் கிளை இழுவை; 3. தண்டு மூன்றின் கிளை இழுவை.

கரும்புள்ளிகள் : புரோட்டோசைலம்; புள்ளிகள் (சிறியன) : மெட்டாசைலம் வரிகள் : செகண்டரி சைலம்

இலைகளின் முன்மாதிரிகள் (prototypes) காற்றுத் தண்டின் (aerial stem) கிளைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. தண்டின் சமபக்க இரு கிளைப்புகளில் (dichotomous branching) ஒன்று பெரிதாகவும் மற்றது சிறிதாகவும் வளர்கின்றன. பெரிய கிளை தண்டாக

நிமிர்ந்து வளர்கின்றது. சிறிய கிளைகள் அகன்று பக்கவாட்டில் இணைந்து இலையாக மாறுகின்றன. கிளைகள் இவ்வாறாக மாறுதலடைந்து இலைகளாயின (படம் 1-4). முந்திய கிளை இழுவைகள் (branch traces) தற்போது இலை இழுவைகளாயின (படம் 1-5). இப்படியாக டெராப்சிடா (Pteropsida) தாவர இலைகள் தண்டிலிருந்து தோன்றியதாகக்கருதப்படுகின்றன. லைகாப்சிடாத்(Lycopsida) தாவர இலைகள் சிறியவை; நலிந்த இலை இழுவைகளை உடையவை. இவ்வகை இலைகள் பழமையான (primitive) வாஸ்குலார்த் தாவரத் தண்டுகளின் புறவளர்ச்சிகளாகக் (lateral outgrowths) கருதப்படுகின்றன. இவை சிற்றிலை (microphyll) எனப்படும். தண்டிலிருந்து உண்டாகும் இலை பேரிலை (megaphyll) ஆகும். 'சிற்றிலைக்கும் பேரிலைக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடு கேள்விக்குரியது', என்று மார்டன்ஸ் (1950), வார்டுலா (1957( முதலியோர் எண்ணுகிறார்கள். ஆயினும், டெராப்சிடா தாவரஇலை, தண்டு அல்லது தண்டின் தொகுதியிலிருந்து உண்டானது என்னும் கொள்கை ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடியதே. கிளையிலிருந்து இலை தோன்றியதால் இலை, தண்டு ஆகியவற்றின் வாஸ்குலார்த் தொகுதிகள் ஒத்தஅமைப்புகள் ஆகும். இரு கிளைப்புடைய பழமையான தாவரத்தின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி மீண்டும் மீண்டும் பிரிந்து சமமான கிளை இழுவைகளாயின. ஆனால் பேரிலைத் தாவரத் தண்டில் வாஸ்குலார்த் தொகுதி சமமாகக் கிளைப்பதில்லை. இலை இழுவை தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியை விடச் சிறியதாகவே உள்ளது. சிற்றிலைத் தாவரத்தில் இலை இழுவை தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க மிகவும் சிறியது.

# 2. வாஸ்குலார்த் தொகுப்பும் இலை அமைப்பும்

## (Vascular System and Phyllotaxis)

'தாவரங்களின் குறிப்பிட்ட வெளி அமைப்பிற்கும் உள் அமைப்பிற்கும் காரணிகள் யாவை?' என்பதை அறிவதில் தாவரவியல் அறிஞர்கள் ஈடுபட்டுள்ளனர். தனி வளர்ச்சி (ontogeny) முறையில் ஒரு கருவுற்ற முட்டை (egg) ஒரு ஸ்போரோஃபைட் டாக வளர்கிறது. பல பகுதிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் இணைவதால் தாவர உடல் உருப் பெறுகிறது. அதாவது, தாவரத்தின் உடல் திட்டமான அமைப்பை உடையது. ஒரு தாவரத்தின் அமைப்பைப் பொறுத்து அதன் வாஸ்குலார்த் தொகுதி பிரதிபலிக்கிறது. ஆகவே, வாஸ்குலார்த் தொகுதி எவ்வாறு தோன்றுகின்றது என்பதை அறிவதில் அறிஞர்கள் ஆர்வம் காட்டி வருகின்றனர். தாவர உடலில் இயல்பான வளர்ச்சியின்பொழுது வாஸ்குலார்த்தொகுதி தோன்றும் முறையைச் சிலர் ஆராய்கின்றனர். தாவரங்களைச் சில ஆய்வு நிலைகளுக்கு உட்படுத்தி வாஸ்குலார்த் தொகுதி வேறுபாடு அடைதலின் நிலைகளை வேறு சிலர் ஆராய்கின்றனர்.

வாஸ்குலார்த் தொகுதி தோற்றுவிக்கும் ஆக்கத்திசு புரோகேம்பியமாகும் (procambium). ஆகவே, புரோகேம்பியம் தோன்றுவதை ஆராய்வது பயனுள்ளது. தண்டில் இலைகள் இருப்பதால் அதன் அமைப்பு வேரைவிடச் சிக்கலானது. வேர்-தண்டு இவைகளுக்குள்ள வேறுபாடு வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுகின்ற நிலையிலேயே காணப்படுகிறது. கரு, வேர், உடல் பகுதிகள், இனப்பெருக்கப் பகுதிகள், வேர்-தண்டு நடுத்தர மண்டலங்கள் (root-stem transition regions) ஆகியவற்றில் புரோகேம்பியம் தோன்றும் முறை விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது.

புரோகேம்பியத்தைப் பற்றி அடிக்கடி எழுப்பப்படும் கேள்வி இதுவே. வளரும் தண்டுகளில் புரோகேம்பியம் எவ்வாறு தோன்றுகிறது? கீழேயுள்ள தண்டின் வாஸ்குலார்த் திசுவிலிருந்து புரோகேம்பியம் தனித்து நிற்பதா? அல்லது முதிர்ந்த தண்டிலிருந்து வேறுபாடு அடைந்து புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறதா? இதையே வேறு முறையிலும் கேட்கலாம். புரோகேம்பியம் தண்டில் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறதா? அல்லது தண்டில் நுனிநோக்கி வேறுபாடு அடைகிறதா?

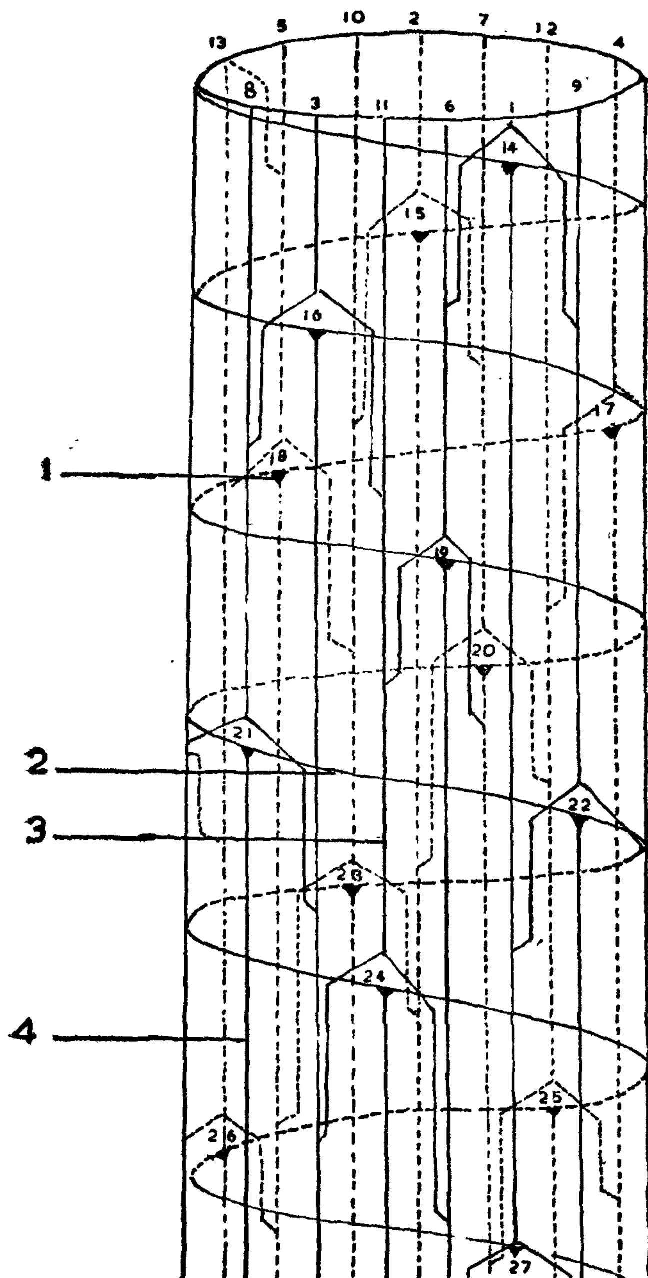
வேர், தண்டு, வேர்-தண்டு நடுத்தர மண்டலம் ஆகியவற்றில் முதல் ஃபுளோயமும் முதல் சைலமும் வேறுபாடு அடைதலை ஆராய்வது முக்கியமானது. இது வேர், தண்டு ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள வேறுபாட்டை அறியவும், புதிதாகத் தோன்றும் பகுதியில் வாஸ்குலார்த் திசு உண்டாதலின் செயலியல் நுணுக்கங்களை அறியவும் பயன்படும்.

இலைக்கும் தண்டிற்கும் உள்ள உறவை அறியவும், ஸ்டீல் கருத்தை விளக்கவும் வாஸ்குலார்த் தொகுதி தோன்றுவதைத் தொடக்க நிலையில் ஆராய வேண்டும். வளர்ச்சி நிறைவுற்ற பிறகு தாவர உறுப்புகள், திசுக்கள், திசுப் பகுதிகள் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள உறவினை அறிவது கடினம். ஆகவே, வாஸ்குலார்த் தொகுதி தோன்று முறை ஆராய்ச்சிகள், தாவர உடலின் அமைப்பு உறவினை விளக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

தண்டில் இலைகள் அமைந்திருப்பது (இலை அமைப்பு) தாவர உடல் அமைப்பின் ஒருவகை வெளிப்பாடாகும். இலை இழுவை சிம்போடியாவின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் இலை இழுவை எண் முறை உறவு, இலையில் சைலம்-ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைதலின் வரிசை ஆகியவை இலையமைப்போடு தொடர்புடையன. இலையமைப்பைப் பற்றிய கருத்துகள் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி வேறுபாடு அடைதலைப்பற்றிய விளக்கத்திற்கு இன்றியமையாதது.

## இலையமைப்பு முறைகள்
(Phyllotaxis)

தாவரத்திற்குத் தாவரம் இலையமைப்பு முறை மாறுபடுகிறது. இருப்பினும், இலையமைப்பு முறையில் மிகச் சிறந்த ஒழுங்குமுறை காணப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான இலையமைப்பு முறைகள் திருகு முறையை (spiral) அடிப்படையாகக் கொண்டவை. அடுத்




படம் 2-1.

ஹெக்டோரெல்லா சிஸ்பிடோசா (Hectorella caespitosa) தாவரத்தில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுத் தொகுப்பின் அமைப்பு (முப்பக்கத்தோற்றம்); இலை நுழைவுகளின் இணைப்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

தடுத்துத் தோன்றும் இலைகளின் மையம் வழியே வரையப்படும் திருகுகோட்டிற்கு தனி வளர்ச்சி முறைத் திருகு (ontogenetic spiral) அல்லது ஜெனிடிக் திருகு (genetic spiral) என்று பெயர் (படம் 2-1). இலை அமைப்பின் எண் மதிப்பைக் கணக்கிட இத் திருகு பயன்படுகின்றது. இலை அமைப்பு 2/5, 3/8 போன்ற எண்களின் வடிவில் விளக்கப்படுகின்றது. இவற்றில் மேல் எண் ஜெனிடிக் திருகையும், கீழ் எண் ஒரே நேர்கோட்டில் அமைந்த இரு இலைகளுக்கு இடைப்பட்ட இலைகளின் எண்ணிக்கையையும் குறிக்கும். பரவலாகக் காணப்படும் இலை அமைப்புகள் 1/2, 1/3, 2/5, 3/8 முதலியன. அரிதாகக் காணப்படும் இலையமைப்புகள் 5/13, 8/21 முதலியன. சில விலக்குகள் நீக்கிப் பார்க்க எல்லா ஜெனிடிக் திருகுகளும் ஏறக்குறைய ஒத்திருக்கின்றன என்று டார்மர் (Dormer, 1955) தெரிவித்தார். (படம் 2-1)

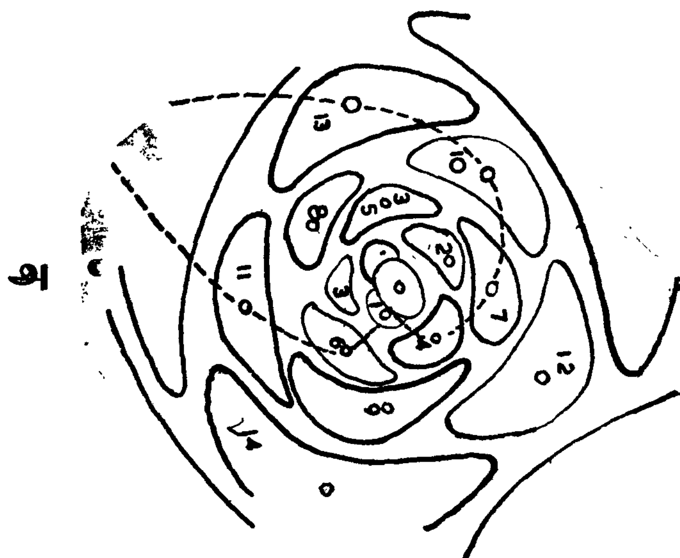
ஒரு முதிர்ந்த தண்டில் நேர்கோடுகளில் அமைந்த இலைகளை எண்ணி இலை அமைப்பு வகையைக் கண்டறியலாம். இலைகள் தோன்றுகின்ற தண்டு நுனியில் ஒன்றுவிட்ட இலைகள் நேர் கோட்டில் இல்லாமலிருப்பது தெரியவரும். வளரும்போது தண்டில் ஏற்படும் நெளிவு (torsion) இலைகளை நேர்கோட்டில் அமையுமாறு செய்கின்றன (ஸ்னோ, 1934). ஓர் இலையமைப்பை விளக்க, திருகு வரிசையை மட்டும் குறிட பிடுவது தற்கால மரபு. இத்தகைய திருகு அமைப்பு ஸ்போரோபில்கள் (sporophylls), புல்லிகள் (sepals), அல்லிகள் (petals), பூவடிச் சிதல்கள் (bracts) ஆகியவற்றிலும் காணப்படுகிறது.

ஒரு தண்டில் பலவகை பாராஸ்டிக்குகள் அறியப்பட்டுள்ளன அவற்றில் சில கடிகாரப்போக்கிலும், வேறு சில எதிர்ப்போக்கிலும் செல்லுகின்றன. சிலபாராஸ்டிக்குகள் நெடுக இலைகள், தண்டு நுனியில் தோன்றும்போது, (அதாவது, கணு விடைப் பகுதி நீள் வதற்கு முன்னதாக) சற்று நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. இவை களுக்குத் தொடு பாராஸ்டிக்குகள் (Contact parastichies) என்று பெயர் (சர்ச்-Church, 1904, ஸ்னோ-Snow, 1955).

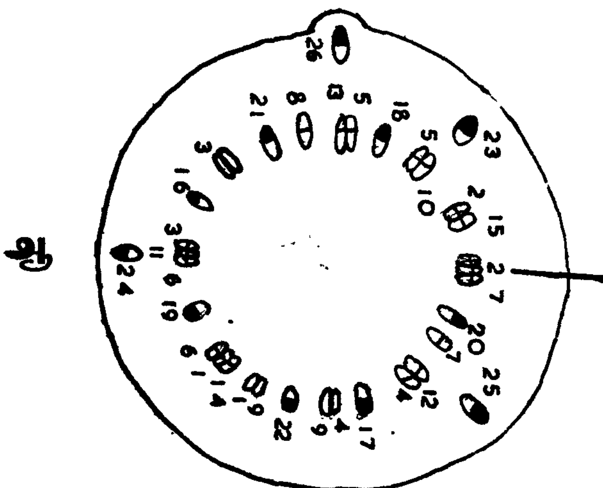
பொதுவாக, இரண்டு வகை தொடு பாராஸ்டிக்குகள் காணப் படுகின்றன. ஒரு வகை ஒரு திசையிலும், மற்ற வகை எதிர்த் திசையிலும் செல்கின்றன. அத்தகைய பாராஸ்டிக்குகளின் பொதுவான எண்ணிக்கை 2+3, 3+5 (படம் 2-3), 5+8 ஆகும். இந்த எண்கள் ஃபிபனேசி (Fibonacci) வரிசையைச் சார்ந்தவை.

சில நேரங்களில் தொடு பாராஸ்டிக்குகள் துணை ஃபிபனேசி (Subsidiary Fibonacci) வரிசையை ஒட்டி அமைந்துள்ளன. (1, 3,

அ



ஆ



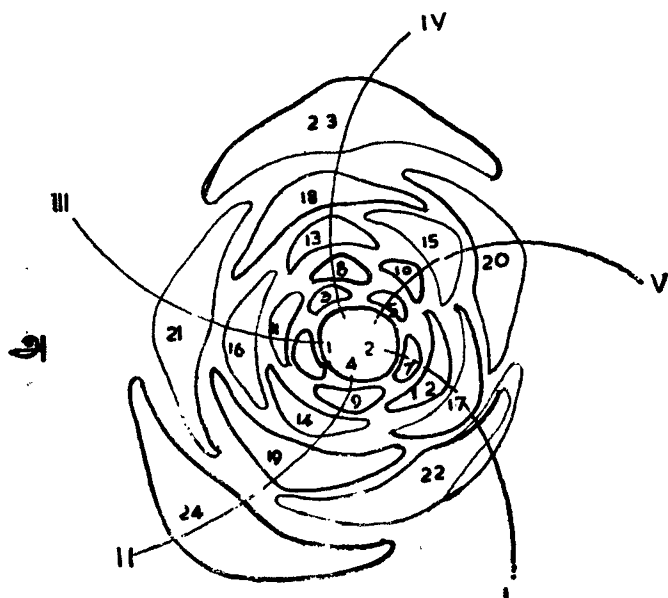
படம் 2-2.

ஹெக்டோரெல்லா சிஸ்பிடோசா (Hectorella caespitosa) தாவர முதல் சாற்றுக் குழாய்த் தொகுப்பின் அமைப்பு.

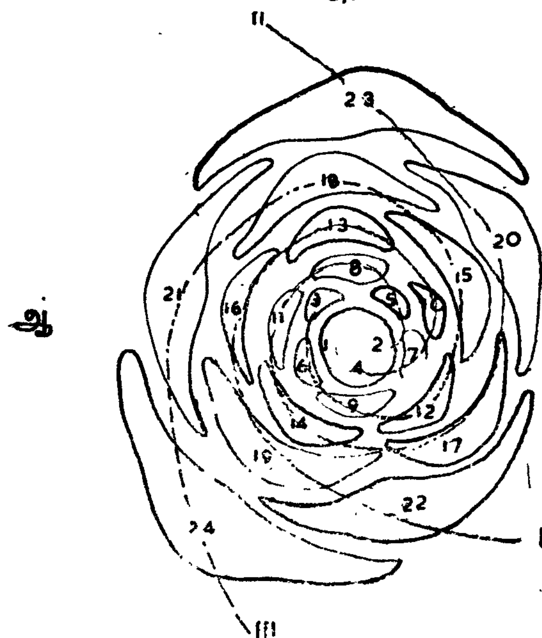
அ, ஆ தண்டின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகள்.

அ. தொடர்பற்ற கோடுகள் ஒரு ஜோடி தொடு பாராஸ்டிக்குகளைக் குறிக்கின்றன. 1 முதல் 14 இலைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இலை நடு நரம்பை வட்டம் குறிக்கும்.

ஆ. இலை 23-க்கு அருகில் வெட்டப்பட்ட தண்டின் தோற்றம்.




படம் 2-3அ.

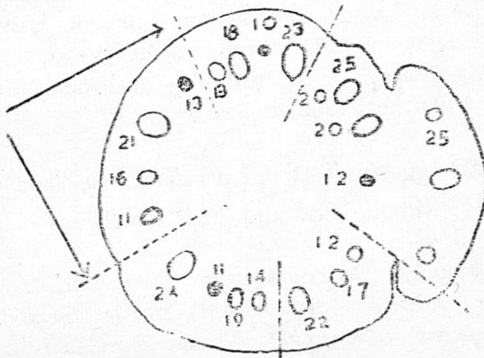



படம் 2-3ஆ.

4, 7, 11 என்று) சில தாவரங்களில் மூன்று வகை தொடு பாராஸ்டிக்குகள் காணப்படுகின்றன (படம் 2-2அ). இது வரை கூறிய இரண்டு வகை பாரார்ஸ்டிச்குகள் தவிர மூன்றுவது வகை ஒன்று உண்டு. அது இலைகள் 1, 3, 5, 7, 9 11 வழியாகவும், இலைகள் 2, 4, 6, 8, 10, 12 வழியாகவும் செல்லும்.

எதிர் இலை அமைப்பு (opposite decussate) மிகவும் எளியது. ஒரு கணுவிலிருக்கும் இரண்டு இலைகள் கீழ் அல்லது மேல் கணுவிலிருக்கும் இலைகளுக்கு 90°-ல் அமைந்துள்ளன. இத்தகைய தாவரங்களில் 4 வரிசை ஆர்த்ரோஸ்டிக்குகளும் (orthrostichies), ஒரு ஜோடி தொடு பாரார்ஸ்டிக்குகளும் உள்ளன. புற்களில் ஒரு

இ




படம் 2-3இ.

லினம் யுசிட்டாடிசிமம் (Linum usitatissimum) தாவரத்தில் இலை அமைப்பிற்கும் வாஸ்குலார் திசு அமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பு.

அ, ஆ, இ—தண்டில் மூன்று பாராஸ்டிக்கப் பகுதிகள் உள்ளன.
இலைகள் 3+5 தொடு பாராஸ்டிக்குகளில் அமைந்துள்ளன.

கணுவிற்கு ஓரிலையாக இலைகள் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. இங்கு இரண்டு ஆர்த்ரோஸ்டிக்குகளும் ஒரு பாராஸ்டிச்சியுமும் காணப்படும்.

மாற்று இலை அமைப்பு (alternate phyllotaxis) உடைய தாவரங்களில் தொடு பாராஸ்டிக்குகளின் எண்ணிக்கை, நுனி மெரிஸ்டத்தின் அளவு அல்லது தோன்றும் இலையின் பட்ரசின் (buttress) அளவிற்கும் நுனி ஆக்குத்திசுவின் அளவிற்கும் உள்ள தொடர்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். நுனி ஆக்குத்திசுவின் பரப்பு அதிகமானல் இலையமைப்பும் எண்ணிக்கையும் கூடும்.

ஒரு நாற்று வளரும்பொழுது அதன் இலை அமைப்பு எண்ணிக்கை மாற்றமடையும். இதற்குக் காரணம் இலை முட்டின் (buttress) பரப்பைவிட நுனி ஆக்குத்திசுவின் பரப்பு கூடுதலாக இருப்பதாகும். (கிப்போர்டு & டெப்பர்-(Gifford & Tepper, 1962). தாவரம் இனப் பெருக்க நிலையை அடையும் போது அதன் இலை அமைப்பு எண்ணிக்கை இன்னும் கூடுதலாகும். எடுத்துக் காட்டாக, அண்ணாசியில் பூ தோன்றும் போது நுனி ஆக்குத் திசு விரிவடைகிறது. இலை அமைப்பு 5/13-லிருந்து பூவடிச் சிதல் அமைப்பு 8/21 ஆக உயர்கிறது. பிறகு முடி (crown) தோன்றும் போது ஆக்குத்திசு சுருங்குகிறது. இலை அமைப்பு மறுபடியும் 5/8 ஆகக் குறைகிறது.

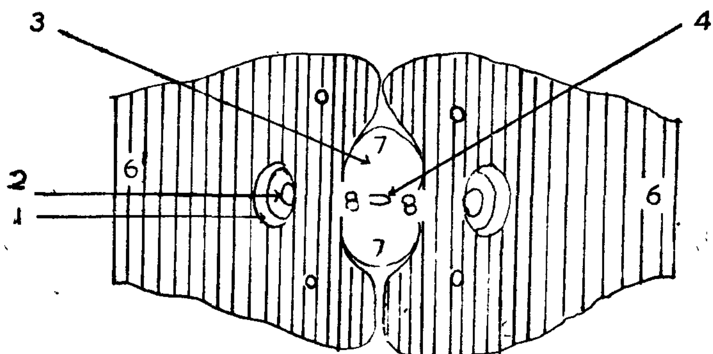
மில்லனர் (Millener, 1952) யுலக்ஸ் ஈரப்பிஸ் (Ulex europaeus) தாவரத்தை ஒளி-வெப்பநிலையைக் கொண்டு விரைவாக வளரு மாறு செய்தார். அதன் காரணமாக தண்டின் நுனி பெருத்தது. இலை அமைப்பும் எண்ணிக்கையும் அதிகரித்தது. முதல் தண்டி லிருந்து பக்க கிளைகள் இலை அமைப்பு முறையில் மாறுபடலாம் என்று டக்கர் (Tucker, 1962) கண்டறிந்தார்.

## இலை அமைப்பும் பிளாஸ்டோகுரோனும்
## (Phyllotaxis and the Plastochron)

இரண்டு ஒத்த நிகழ்ச்சிகளுக்கு இடைப்பட்ட காலத்திற்கு பிளாஸ்டோ குரோன் (plastochron) என்று பெயர். இரண்டு ஒத்த உறுப்புக்களின் வளர்ச்சி நிலைக்கு இடைப்பட்ட காலத்தை யும் இது குறிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டு இலை பிரை மார்டியா (primordia) தோன்றுதல், அவை குறிப்பிட்ட அளவு வரை வளர்தல், கணு இடைப் பகுதிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளம் வளர்தல், மற்ற உறுப்புக்கள் வளர்தல் ஆகியவற்றில் பிளாஸ்டோ குரோனைக் கணக்கிடலாம். வளர்ச்சி ஆராய்ச்சிகளுக்கு பிளாஸ்டோகுரோன் அட்டவணை தயார் செய்ய பிளாஸ்டோ குரோன் கருத்து மிகவும் பயன்படும். கால அட்டவணைப்படி வளர்ச்சி நிகழ்ச்சிகள் பல அளவுகளில் நடைபெறலாம். ஆனால், பிளாஸ்டோகுரோன் அடிப்படையில் ஒத்த வயதுடைய இலைகள் உலர் எடை, பச்சையத் தொகுப்பு, பிராண வாயு உட்கொள்ளல் ஆகியவற்றில் மிகவும் ஒத்து இருக்கின்றன.

பிளாஸ்டோகுரோன் கருத்தை விளக்க கலாங்கா (Kalanchoe) தாவர இலையின் வளர்ச்சியை ஆராயலாம் (ஸ்டீன் & ஸ்டீன் Stein & Stein, 1960) (படம் 2-5). இத்தாவரத்தில் கணுவிற்கு

இரண்டு இலைகள் உள்ளன. ஆகவே, பிளாஸ்டோகுரோன் என்பது ஒரு ஜோடி இலையின் வளர்ச்சியைக் குறிக்கும். வித்திலைக்கு மேலுள்ள இரு இலைகள் முதல் ஜோடி என்று கணக்கிடப்படுகிறது. இலை பிரைமார்டியா தோன்றுவதற்கு முன் தண்டு நுனி வளர்ந்து அதிக நீட்சியடைகிறது. இதுவே தண்டு நுனி அடையக் கூடிய உச்ச அளவு வளர்ச்சியாகும். இவ்வாறு தண்டு நுனி அளவில் பருப்பதைப் படத்தில் காணலாம் (படம் 2-4). ஒரு ஜோடி இலை வளர்ச்சியின் நான்கு நிலைகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. (படம் 2-4). பிளாஸ்டோகுரோன் 8 நிறைவு பெற்ற பின்னர் பிளாஸ்டோகுரோன் 9 தோன்றுகிறது. காலங்கோ தாவரத் தண்டு நுனி ஒழுங்குடன் வளர்வதால் தண்டு நுனியை வெட்டிப் பார்க்காமலே பிளாஸ்டோகுரோன் நிலையைக் கூறுவது எளிது.




படம் 2-4.

காலாங்கோ (Kalanchoe) தாவரத் தண்டு நுனியின் குறுக்கு வெட்டுப்பகுதி

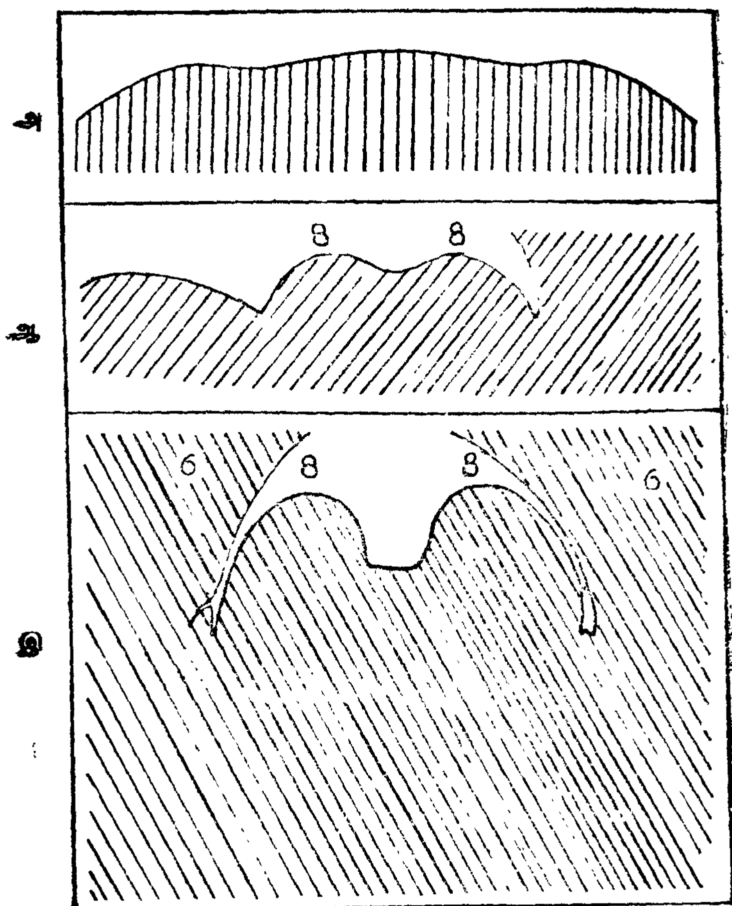
8-வது ஜோடி இலையின் பிரைமார்டியா தோன்றும் நிலையில் உள்ளது.

1. ஃபுளோயம்; 2. சைலம்; 3. புரோகேம்பியம்; 4. தண்டு நுனி; 6. ஆறு வது ஜோடி இலை; 7. ஏழாவது ஜோடி இலை; 8. எட்டாவது ஜோடி இலை.

'அ' என்ற இலை 0·4 மி.மி. நீளமிருக்கும்போது அ+1 (அடுத்த இலை) உண்டாகிறது. 'அ' என்ற இலை 6·6 மி.மி. இருக்கும்போது அ+2 (அதற்கும் அடுத்த இலை) உண்டாகிறது.

பிளாஸ்டோகுரேன் கருத்தைப் பயன்படுத்தி ஹெக்டோரல்லா (Hectorella) தாவர இலையமைப்பை ஸ்கிப்வொர்த் (Skipworth) 1962) விளக்கினர். (படம் 2-1) ஓரிலைக்கு நேர் மேலுள்ள மற்றொரு இலை 13 பிளாஸ்டோகுரோன்களுக்கு அப்பாலுள்ளது. பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளிகள் 2 (இலைகள் 1, 3, 5 முதலியன), 3 (இலைகள் 1, 4, 7 முதலியன), 5 (இலைகள் 1, 6, 11 முதலி

யன). தொடு பாராஸ்டிக்குகளில் உள்ள இலை பிரைமார்டியாவிற்கு இடைப்பட்ட பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி மதிப்பைக்




படம் 2-5.

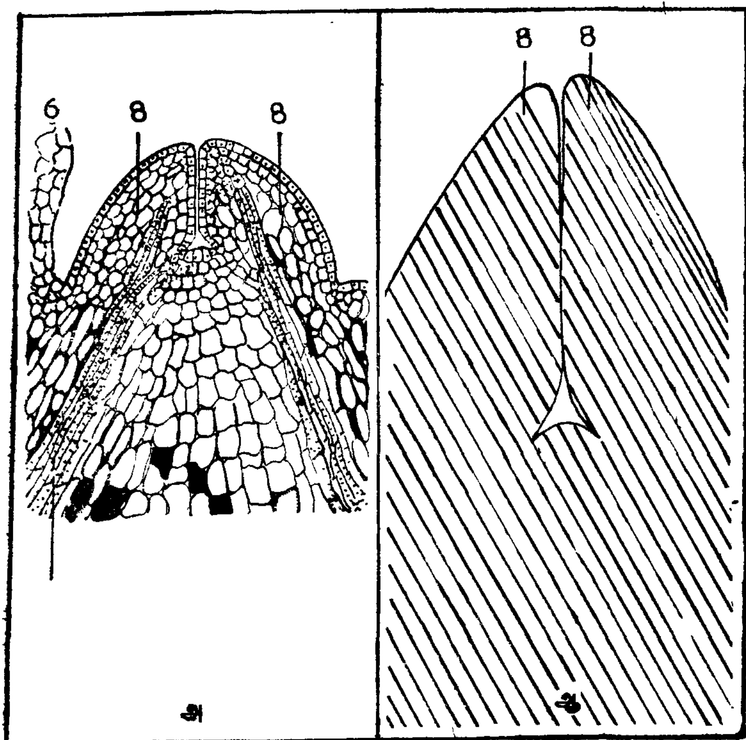
கலாங்கோ (Kalanchoe) தாவரத் தண்டு நுனியில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்.

அ. ஏழாவது பிளாஸ்டோகுரோன் முடிவு. (x 200); ஆ. எட்டாவது பிளாஸ்டோகுரோன் ஆரம்பம். (x 200) புரோகேம்பியத்தின் தோற்றம் (காட்டப்படவில்லை); இ. எட்டாவது பிளாஸ்டோகுரோனின் மைய நிலை.

6. ஆறுவது ஜோடி இலை; 8. எட்டாவது ஜோடி இலை.

கொண்டு வான் இடர்சன் (Van Iterson, 1907) என்பவர் தண்டில் இலை அமைப்பை விளக்கினார். இந்த மதிப்புகள் தொடு பாராஸ்-

டிக்குகளை அப்படியே எண்ணுவதற்கு சமமாகும். ரிச்சர்ட்ஸ் (Richards, 1948, 1956) பிளாஸ்டோகுரோன் விகிதத்தைப் பயன் படுத்தினர். இது தண்டு நுனி மையத்திலிருந்து அடுத்துள்ள




படம் 2-6.

கலாங்கோ (Kalanchoe) தாவரத் தண்டு நுனியின் அமைப்பு—நீள் வெட்டுப் பகுதிகள் அ, ஆ.

அ. எட்டாவது பிளாஸ்டோகுரோனின் முடிவு. (200 x) ஆ. ஒன்பதாவது பிளாஸ்டோகுரான் ஆரம்பம். (200 x)

இரண்டு இலை பிரைமார்டியாவின் மையங்களுக்கு உள்ள தூரங்களின் விகிதமாகும்.

இலையமைப்பின் வளர்ச்சி மாற்றங்களை பிளாஸ்டோகுரோன் விகிதத்தில் கிப்போர்டு, டெப்பர் (Gifford & Tepper, 1962) ஆகி

யோர் விவரித்தனர். கீனப்போடியம் ஆல்பம் (Chenopodium album) உறுப்பு வளர்ச்சியின்பொழுது பிளாஸ்டோகுரோன் விகிதம் 1·087-லிருந்து 1·046ஆக மாறியது. அதற்கேற்ப தொடு பாராஸ்டிக்குகளின் எண்ணிக்கை 2+3-லிருந்து 8+5ஆக அதிகரித்தது. தண்டு நுனி அளவில் பருப்பதை இது காட்டுகிறது. இலை உண்டாகும் அளவில் வேறுபாடு காணப்பட்டது. சுருங்கச் சொன்னால் இலை அமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல் பிளாஸ்டோகுரோன் காலத்திலும் உண்டாகிறது.

## விதைத் தாவரங்களில் பிரைமரி வாஸ்குலார் திசு அமைப்பு முறைகள்
## (Primary Vascular Patterns in Seed Plants)

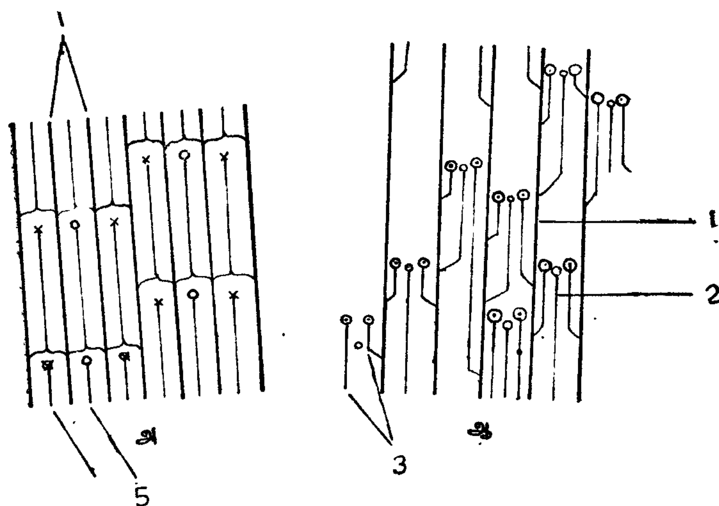
பெரும்பாலான விதைத் தாவரங்களில் பிரைமரி வாஸ்குலார் திசு அமைப்பை இலை இழுவை, இலை இழுவை சிம்போடியா அடிப்படையில் விளக்கலாம். சிம்போடியாவை டார்மர் (Dormer, 1954, 1963) தண்டு தொகுப்புகள் (stem bundles) என்றழைக்கிறார். விதைத் தாவரங்களில் இரண்டு அடிப்படையான இலை இழுவை இணைப்புகள் காணப்படுகின்றன.

(1) ஒரு வகையில் சிம்போடியாவின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து இலை இழுவைகள் பிரிகின்றன. ஆகவே, சிம்பொடியா தனித்திருக்கின்றன.

(2) மற்றொரு வகையில் ஒரு இலை இழுவை ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட சிம்போடியாவின் தொடர்புடையது. ஆகவே, சிம்போடியா ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்துள்ளன. (படம் 2-7அ) இவ்விரண்டு வகைகளையும் திறந்த வகை, (open system) மூடிய வகை (closed system) என டார்மர் (Dormer, 1945, 1954) அழைக்கின்றார். முன்னதாக இவைகளுக்கு சிம்போடிய வகை, வலைப் பின்னல் வகை என்று பெயர்.

கணு உள்ளமைப்பை விளக்க இலை இடைவெளிக் கருத்து பயன்படுகிறது. இலை இழுவைக்கு எதிர்ப் புறமுள்ள பாரங்கைமா பகுதிக்கு இலை பொந்து (leaf gap) என்று பெயர்.

மூடிய வகையில் இந்த இடைவெளியின் மேல்புறத்தில் சிம்போடியா இழுவையின் கிளைகள் அமைந்திருக்கும். இடையில் பாரங்கைமாவால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள தனித் தனி வாஸ்குலார் திசு அமைப்பின் இடைவெளிகள் இந்த பாரங்கைமா பகுதியுடன்




படம் 2-7.

மூடிய வகை, திறந்த வகை வாஸ்குலார் திசுத் தொகுப்புகளின் தோற்றம். (ஒரு தளத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன)

அ. மூடிய வகை, ஆ. திறந்த வகை.
1. சிம்போடியம்; 2. இலை இழுவை; 3. மொட்டு இழுவைகள்; 4. பக்க இலை இழுவை; 5. நடு இலை இழுவை.

தொடர்ச்சியாகவுள்ளன. இப் பகுதிகள் மூடிய வகையில் இலை இணைப்பிற்கு பக்கத்தில் தொடர்ச்சியாகவுள்ளன; திறந்த வகையில் இலை இணைப்பவற்கு மேல்புறத்திலும் தொடர்ச்சியாக வுள்ளன. ஆகவே, புரைமரி உடலில் (primary body) இலை இடை வெளியின் எல்லை ஒரு செயற்கையாகும். இருந்தாலும் இடை வெளிக் கருத்து கணு உள்ளமைப்புகளை ஒப்பிட்டு அறிய மிகவும் பயன்படுகிறது. ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின்போது இலை இடை வெளிகள் மிகத் தெளிவாகத் தெரிகின்றன, ஏனெனில், ஸெகண்டரி வாஸ்குலார் திசுக்கள் இலை இடைவெளியில் தோன்று வதற்கு முன்பு வாஸ்குலார் தொகுப்புகளுக்கு இடையே தோன்று கின்றன.

திறந்த வகை, மூடிய வகை பிரைமரி வாஸ்குலார் அமைப்புகள் செயல் சிறப்புடையவை. ஆனல், டார்மர் (Dormer 1945) கருத்துப்படி திறந்த வகை குறைந்த செயலாற்றல் உடையது (படம் 2-7ஆ).

கிளைகளின் வாஸ்குலார் தொடர்பு தண்டின் வாஸ்குலார் அமைப்புடன் இணைந்துள்ளது. இலை இழுவைகளைப் போலவே கிளை இழுவைகளும் (branch traces) அமைந்துள்ளன. கிளை இழுவைகள் பொதுவாக இரண்டு; இவையும் இலை இழுவைகளே ஆகும். இந்த இழுவைகள் கிளையின் முதல் இலைகளுக்குச் செல்கின்றன. ஒன்று அல்லது இரண்டு இலை இழுவைகள் தண்டினுள் நீண்டு செல்லலாம் (டக்கர், Tucker, 1963).

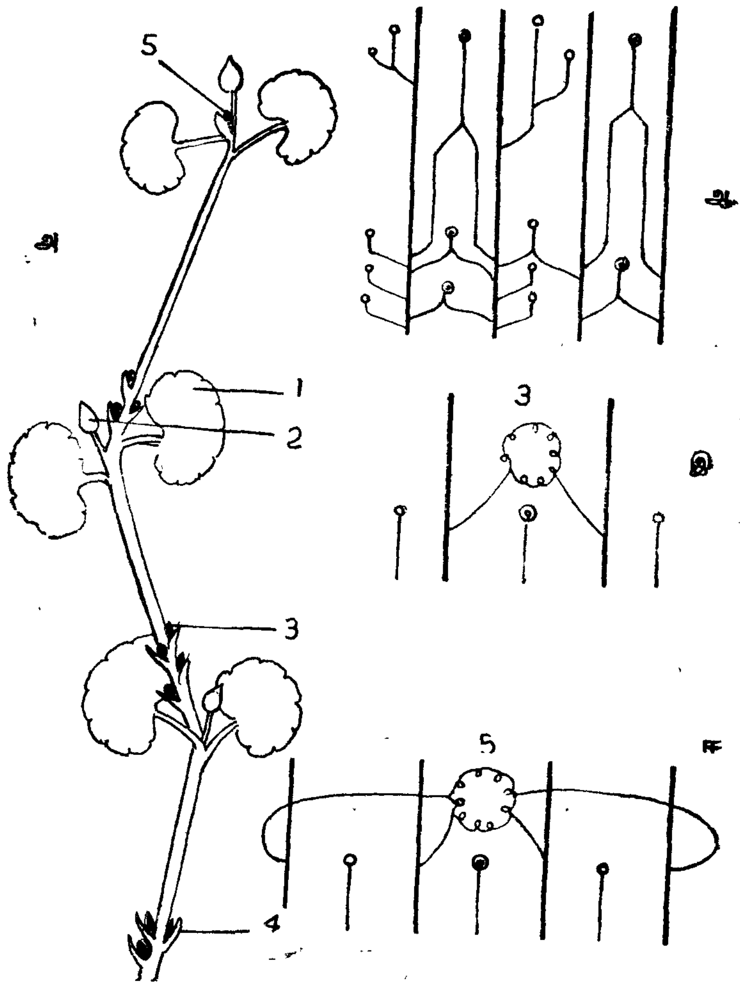
கோண மொட்டிற்கும் (axillary bud) தண்டிற்கும் உள்ள தொடர்பு மொட்டின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்தது என்பது டார்மரின் (Dormer, 1955) கருத்து. அசாரத்தில் (Asarum) உறங்கு நிலை (dormant) மொட்டிற்கு இரண்டு இலை இழுவைகள் மட்டுமே உள்ளன. முனைப்பாக வளரும் மொட்டிற்கு நான்கு இலை இழுவைகள் (சிம்போடியா) உள்ளன (படம் 2-8).

ஒவ்வொரு இலையிலும் உள்ள இலை இழுவைகளின் எண்ணிக்கை தாவர சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் வேறுபடும். ஒரு இலைக்கு ஒரு இழுவை உடைய வாஸ்குலார் அமைப்பு எளியது. இலை அமைப்பு மாறுபடும் தண்டின் அடிப்பகுதியில் இலை இழுவைத் தொடர்புகள் ஒழுங்கற்றவை.

பல இலை இழுவைகளைக் கொண்ட தண்டில் இலை அமைப்பு சிக்கலானது. எடுத்துக்காட்டு சோளம் (குமசாவா, Kumazawa, 1961). இதில் வாஸ்குலார் தொகுப்புகள் இரண்டு தொகுதிகளாக உள்ளன. அவை ஒன்றினுள் மற்றொன்றாக அமைந்துள்ளன. இவைகளுக்குள் நேரிடைத் தொடர்பு இல்லை. இவை தண்டு நெடுக—அடியிலிருந்து நுனி வரை—உள்ளன. வெளிச் சுற்றிலுள்ள தொகுப்புகள் வெளித் தொகுதியையும் கீழுள்ள கூட்டுத் தொகுப்புகள் உள் தொகுதியையும் உண்டாக்குகின்றன.

கிளை இழுவைகள் தாயச்சின் (mother axis) இரு தொகுதிகளோடு முறையாக இணைக்கப்படுகின்றன. அதாவது, பக்க அச்சின் உள்—வெளித் தொகுதிகள் தாயச்சின் உள்—வெளித் தொகுதிகளோடு இணைகின்றன. தண்டின் பக்க உறுப்புக்கள் ஓரிடைவெளிக் கணு (unilacunar) அமைப்பை தாயச்சில் தோற்றுவிக்கின்றன.

கணுக் கிளைகள் உள், வெளித் தொகுதிகளின் தொகுப்புகளுடன் இணையும். பிறகு இவை கணு இழுவை, வேர் இழுவைகளுடன் சேரலாம். ஆனால், வாஸ்குலார் இணைப்பு மாற்றுரு-




படம் 2-8.

அசாரம் (Asarum) தண்டில் வாஸ்குலார் திசு அமைப்பு.

அ. தண்டின் சிம்போடிய அமைப்பு; ஆ. தண்டின் கீழ்ப் பகுதியின் சாற்றுக் குழாய் அமைப்பு; இ. இலைக் கோண மொட்டிற்கு சாற்றுக் குழாய் செல்லுதல்; ஈ. தண்டாக வளரக் கூடிய மொட்டிற்கு சாற்றுக் குழாய் செல்லுதல்.

1. இலை; 2. மலர்; 3. செதில் இலைக்கோண மொட்டு; 4. செதில் இலை; 5. வளர்ச்சியைத் தொடரும் மொட்டு.

தடித்த கோடுகள் (ஆ, இ, ஈ) இழுவை சிம்போடியம்
வட்டம் : பக்க இலை இழுவை இரட்டை வடம் : நடு நிலை இழுவை

(modification) அடைதல் காரணமாக தோன்றுவது போல் தெரி கிறது.

பல ஓரு வித்திலைத் தாவரங்களில் காணப்படும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளை இரு கோலம் உடையவை என்று விளக்கலாம். ஆகவே, அவை சோளத் தண்டின் அமைப்பை ஒத்துள்ளன.

பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுதி சிக்கலானது, மாறுபடுவது என்பதை இந்த எடுத்துக்காட்டுகள் தெளிவாக்குகின்றன. வாஸ்குலார்த் தொகுதியின் வளர்ச்சி முறையை முழுதும் அறிய முதிர்ந்த தொகுதியின் அமைப்பையும் அதன் இலைத் தொடர்பு முறையையும் அறிவது இன்றியமையாதது. ஆகவேதான், வளர்ச்சி முறை ஆராய்ச்சிகள் எளிய வகையான 1, 3 இலை இழு வைகளைக் கொண்ட தொகுதிகளில் நடைபெற்றன.

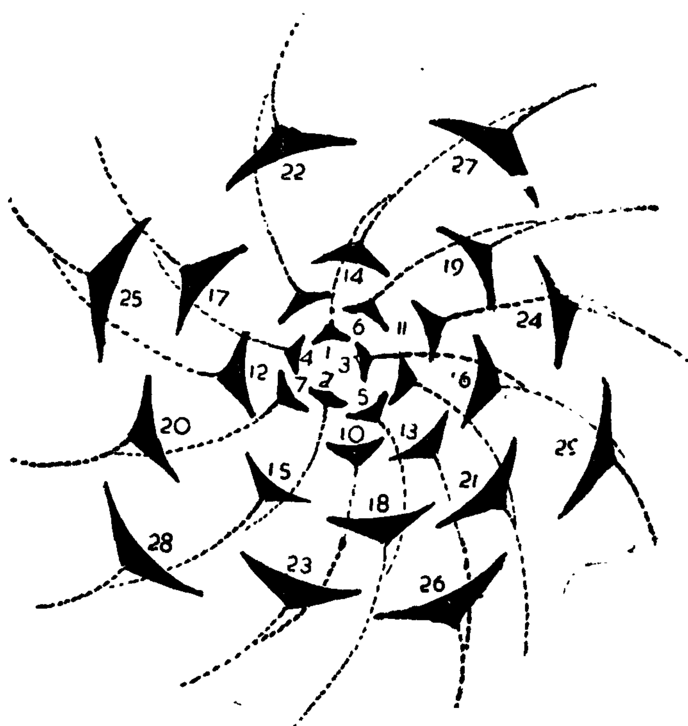
## இலை அமைப்புகளும் இலை இழுவை இணைப்புகளும்
### (Phyllotaxis and Leaf Trace Connections)

விதைத் தாவரங்களின் இலை இழுவைகள் ஒன்றுக்கொன்று எண் உறவுடையவை. இது இலையமைப்பு முறையில் காணப்படும் எண் உறவைப் போன்றது. இலைக்கு ஒரு இழுவையுடைய அமைப் பிலும்,இலை சிம்போடியா வலைப் பின்னலாக இணைக்கப்படாத அமைப்புகளில் இந்த எண் உறவு தெளிவாகத் தெரியும்.

செகோயா (Sequoia) தாவரத் தண்டின் சிம்போடியாவாக இணைந்துள்ள இலை இழுவைகளின் இலை அமைப்பை படம் விளக்கு கிறது (படம் 2-9). இரண்டு தொடு பாராஸ்டிக்குகளில் அடுத் தடுத்துள்ள இரண்டு இலைகளுக்குள்ள பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி 3-ம் 5-ம் ஆகும். இழுவைகள் இந்த பாராஸ்டிக்கிஸ் நெடுக இணைக்கப்படவில்லை. ஆனல், பிளாஸ்டோகுரோன் (plastochron) இடைவெளி 13 நெடுக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த பாராஸ்டிக்குகள் தொடு பாராஸ்டிக்குகளைவிட செங்குத் தானவை.

இலை இழுவைகளால் இணைக்கப்பட்ட இரண்டு இலைகளுக்கு இடையே உள்ள ஜெனிடிக் திருகின் எண்ணிக்கை 5. (எடுத்துக் காட்டு இலைகள் 1, 14). மறுபடியும் எண்களின் வரிசை 3, 5, 13 என்று கிடைக்கிறது. இவை பிபோனேசி (fibonacci) வரிசையைச் சார்ந்தவை. ஹெக்டோரெல்லா (Hectorella) தாவரத்தில் இலை இழுவைகள் இரட்டையாக இணைக்கப்பட்டதால் வாஸ்குலார் தொகுதி மூடிய வகையைச் சார்ந்தது. படத்தில் காட்டியபடி

(படம் 2-1, 2-2) ஒரு இணைப்பு பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி 5-ஐ அடிப்படையாகக் கொண்டது. எடுத்துக்காட்டாக, இலைகள் 1-6, 11-16 முதலியன. மற்றது 8-இடைவெளி கொண்டது. (இலைகள் 3-11, 19-27). 8 இடைவெளியில் இழுவைத் தொடர்ச்சி என்ற நிலைக்கு முன்னதாக 5 இடைவெளியில் இழுவைத்




படம் 2-9.

செகோயா (Sequoia) தண்டில் இலையமைப்பும் இழுவை உறவுகளும் மேலிருந்து பார்க்கும்போது இலை சிம்போடியத்தின் தோற்றம். கருப்பு முக்கோணங்கள் இலைகள். சிம்போடியத்தில் இலை இழுவைகளுக்கிடைப்பட்ட பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி 13.

தொடர்ச்சி காணப்படுவதாக ஸ்கிப்வொர்த் (Skipworth, 1962) கருதினார். இவ்வாறாக சிறிது காலம் தொகுதி திறந்த வகையைச் சார்ந்தது. இந்த எடுத்துக்காட்டில் சிம்போடியத்தின் இரண்டு பாதிகளும் இணைவது சிம்போடியத்தின் மிக முதிர்ந்த இழுவையுடைய கிளையிலிருந்து 13 பிளாஸ்டோகுரோனிற்கு அப்பாலுள்ள

இலைக்கு மேல் நடைபெறுகிறது. (எடுத்துக்காட்டு 9, 22-ற்கு மேல்). இதையே வேறு முறையில் கூறலாம். இழுவை 9ஐ கொண்ட சிம்போடியம் இலை 22ன் இடைவெளிக்கு மேல் கிளைக்கிறது.

குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் எண்சார் உறவுகளை (numerical relations) இன்னும் தெளிவாக விளக்கலாம்.

5-10-2 சிம்போடியக் கிளைகளால் தோன்றிய இடைவெளிக்கு எதிராக இழுவை 23 இருக்கிறது. இவற்றில் பழமையானது இழுவை 10 ஆகும். இழுவை 2, இழுவை 7 இடையே நடைபெறும் முதல் இணைப்பிற்குக் கீழே இழுவை 7 இழுவை 15 இடையே இரண்டாம் இணைப்பு நடைபெறுகிறது. இவ்வாறாக சிம்போடியம் 15-7 இழுவை 2-ன் பகுதியைக் கொண்டுள்ளது. தண்டின் கீழே இழுவைக் கூட்டு 15-2-7 அடுத்துள்ள 10-2 சிம்போடியத்துடன் இணைந்துள்ளது. இழுவை 10 தொடர்பு கொண்டிருப்பதால், சிம்போடியம் 15-2-7 இழுவை 5 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில், இந்த இழுவை 5-10-2 சிம்போடியத்தின் ஒரு பகுதியே.

ஹெக்டரொல்லா (Hectorella) வாஸ்குலார் தொகுதி ஒரு வலைப்பின்னல் கோலத்தை இலை இழுவை அடிப்படையில் விளக்குகிறது. சிம்போடியத்தை தண்டினுள் நீண்டு செல்லும் தண்டுக் கற்றைகள் என்று சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகின்றனர். தண்டினுள் செல்லும் இக் கற்றைகளிலிருந்து இலை இழுவைகள் கிளைகள் போல தோன்றின. (டார்மர், Dormer, 1954). தண்டுக் கற்றைகள் அல்லது இலை இழுவை சிம்போடியக் கருத்தைக் கொண்டு வாஸ்குலார் அமைப்பை விவரிக்கலாம். வளர்ச்சி முறையில் இலை இழுவைக்கும், சிம்போடியத்திற்கும் உள்ள உறவு நேரிடையானது. 5 பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளியுடைய தொடு பாராஸ்டிக்குகள் நெடுக இழுவைகள் முதல் இணைப்பைக் கொண்டுள்ளன. இரண்டாம் இணைப்பின் பாராஸ்டிக்குகள் தொடு பாராஸ்டிக்குகள் அல்ல. அவைகள் சற்று செங்குத்தானவை. செங்குத்தான அதிக எண்ணிக்கையுள்ள தொடு பாராஸ்டிக்குகள் நெடுக முதல் இணைப்புடைய இலை இழுவைகள் காணப்படுகின்றன. முன்னர் கூறியபடி தொடு பாராஸ்டிக்குகளின் எண்ணிக்கை பாராஸ்டிக்குகளின் இரண்டு இலைகளுக்கு இடையேயுள்ள பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளியை வெளிப்படுத்துகிறது. ஆக முதல் இணைப்புகளின் பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளிகள் 5, 8, 7 ஆகும். இரண்டாவது இணைப்புகள் பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளிகள் 8, 13, 11-ம் உண்டாகின்றன. எல்லா

எண் வரிசைகளும்—தொடு பாராஸ்டிக்குகளின் எண்கள், அடுத் தடுத்துள்ள இலைகளுக்குட்பட்ட இடைவெளி, முதல் இணைப்பு இலைகளுக்கும் இரண்டாம் இணைப்பு இலைகளுக்கும் உள்ள இடை வெளிகள் ஆகியவை பைபோனுசியின் (fibonacci) கூட்டுத் தொகை வரிசையில் அடங்குகின்றன. முதல் நிலை வரிசை 3-5-8-13 என்றும் இரண்டாம் வரிசை 4-7-11-18 என்றும் அமைந்துள்ளன.

முதன்மையாக இணைக்கப்பட்ட இலை இழுவைகள் தண்டின் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இப் பகுதிகளை பாராஸ்டிக்குகள் என்று அழைக்கலாம். லைனத்தில் (Linum) அவற்றின் எண்ணிக்கை தண்டு கற்றைகளின் எண்ணிக்கையை நிர்ணயிக்கிறது. கற்றை களும், கற்றையிடைப் பகுதிகளும் கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவா யிருப்பதால், பெரிய கற்றைகள் பெரிய தண்டுகளில் உள்ளன. லைனம் தண்டின் அகலம் அதிகரிக்கிறது. இதற்குரிய சரியான பாராஸ்டிக்குகள் 5, 7, 8 ஆகும். தண்டின் குறுக்கு வெட்டில் கற்றைகளின் எண்ணிக்கை 18,26, 29. இப்படியாக ஒரே தாவரத் தில் அகலமான சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகள் அதிக எண்ணிக்கை யிலுள்ள அகலமான தண்டுகளில் இலை அமைப்பு மதிப்பும் உயர் கிறது. (பார்தெல்மஸ், Barthelmess, 1935; கேம்போர்டு, Camefort, 1956). லைனம் (Linum) தண்டில் மற்றொரு ஒழுங்கு முறை காணப் படுகிறது. உயர்ந்த இலை அமைப்பு மதிப்புகள் நீளமான இலை இழுவைகளுடன் தொடர்புடையன. இந்த எண்ணிக்கை இழுவை இணைப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட பிளாஸ்டோகுரோன் இடை வெளிக்கு ஒப்பானது. இலை அமைப்பு மதிப்பு உயர்ந்துள்ள தண்டுகளில் இலை தோன்றுமிடத்திற்கும், அதன் சிம்போடியம் மற்றொரு இலையின் இடைவெளிக்கு மேல் கிளைப்பதற்கும் உள்ள தூரமும் அதிகமாக உள்ளது.

இலை இடைவெளிக்கு எதிரிலுள்ள இலை இழுவைக்கும், இலை இடைவெளிக்கு மேல் கிளைக்கும் சிம்போடியத்தின் பழமையான இழுவைக்கும் உள்ள பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளியில் இந்த உறவு வெளிப்படுகிறது.

தாவர பிரைமரி வளர்ச்சியின் பொழுது தண்டு பருமனில் கீழிருந்து மேல் நோக்கி அதிகரிக்கிறது. (பவர், Bower, 1921) இதனால் தண்டு தலைகீழ் கூம்பின் (inverted cone) வடிவைப் பெறு கிறது. அடிப்பகுதிக்கும் நுனிப்பகுதிக்கும் பருமனில உள்ள வேறுபாடு குறுக்கு வளர்ச்சியின் பொழுது சரி செய்யப்படுகிறது. குறுக்கு வளர்ச்சி கீழிருந்து மேல் நோக்கி நடைபெறுகிறது.

தண்டின் நுனி நோக்கிய (acropetal) பிரைமரி வளர்ச்சியுடன் பல நிகழ்ச்சிகள் தொடர்பு படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் முதன்மையானவை: நுனி ஆக்கத் திசுவின் அளவு அதிகரித்தல், பித், வாஸ்குலார் உருளை ஆகியவற்றின் விட்டம் அதிகரித்தல், வாஸ்குலார் தொகுப்புகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தல் ஆகியன.

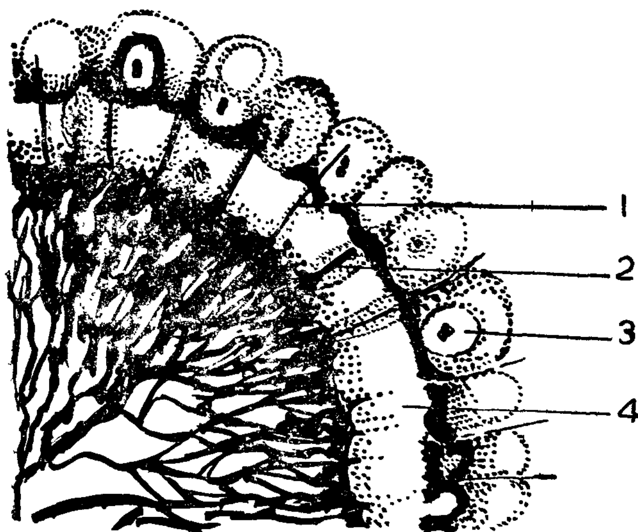
சில தாவர தண்டுகள் நுனி நோக்கி அகலமாகும் போது இலை அமைவு மாறுபடுவதில்லை. அத்தகைய தாவரங்களில் தொகுப்புகளின் (bundles) எண்ணிக்கை கூடுவது. இலைகளின் அகலம் அதிகமாவதுடனும், இலை இழுவைகளின் எண்ணிக்கைக் கூடுவதுடனும் தொடர்புடையது. பொதுவாக புற்களில் இந் நிலை காணப்படுகிறது (முல்லன்டர், Mullendore, 1948). இலை இழுவைகள் பல கணு இடைப் பகுதிகள் வழியே நீண்டு சென்றால் தொகுப்புகளின் எண்ணிக்கையும் கூடும். இலை இழுவைகள் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு (Tangent) வசத்தில் பரவினாலும் அல்லது கிளைத்தாலும் வாஸ்குலார் உருளையின் விட்டம் அதிகரிக்கும் (ஓ' நில், O' Neil, 1961) இலை அமைப்பையும் அது தொடர்பான நிகழ்ச்சிகளையும் விளக்க இலை இழுவைக் கருத்துக்கள் இன்றியமை யாதன என்று பார்த்தோம்.

தண்டு அமைப்பின் சிக்கலான பகுதி இலை இழுவைகள் ஆகும். அமைப்பு முறையில் இலை இழுவைகள் தண்டின் பிரைமரி வாஸ் குலார் தொகுதியின் ஒரு பகுதியாகும். வேரில் உள்ளது போல தண்டிலும் இலைகள் இல்லாவிட்டால் இலை இழுவைகள் உண்டாகா. ஆனால், வாஸ்குலார் திசுக்கள் இல்லாதிருக்காது. பெரணிகளிலும், சில விதைத் தாவரங்களிலும் தண்டின் வாஸ் குலார் தொகுதியின் ஒரு பகுதியை இலை இழுவை அடிப்படையில் கணக்கிட முடியாது. (பாலஃபர், Balfour 1958; இனேய், Inouye) 1956; ஓர்சஸ்,Orsos 1941, 1942).

ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் இலை இழுவை உறவுகள் சரிவர ஆராயப்படவில்லை. லில்லியேல்சை (Liliales) சார்ந்த தாவர குமிழ் தண்டுகளில் (bulb)வாஸ்குலார் தொகுதி சிக்கலானது (மான், Mann, 1952). தண்டின் சிக்கலான வலைப் பின்னலிலிருந்து இலை இழுவைகள் கிளம்புகின்றன (படம் 2-10).

தண்டின் கீழ்ப் பகுதியில் வேற்றிட வேர்கள் (adventitious roots) இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

மெடுல்லரி தொகுப்புகள் (medullary bundles) உடைய கம்போசிட்டே (Compositae) தாவரங்கள் ஆராயப்பட்டன.




படம் 2-10.

அலியம் சடைவம் (Allium sativum) குறுக்கு வெட்டுப் பகுதி.

இதன் பின்னல் போன்ற சாற்றுக் குழாய்த் தொகுதி இலை இழுவைகளாலும் வேற்றிட வேர் இழுவைகளாலும் ஆனது.

1. இலை இழுவை; 2. வேர் இழுவை; 3. வேர் (குறுக்கு வெட்டில்); 4. தண்டின் புறணி.

தாவரத்தின் விரிவான மெடுல்லரி வாஸ்குலார்த் தொகுதியுடன் இலைகள், மொட்டுகள் ஆகியவற்றின் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் இணைந்துள்ளன. கம்போசிட்டே தாவரங்களில் மெடுல்லரி தொகுப்புகள் இலை இழுவை தொகுதிகளில் தோன்றுவதாக டேவிஸ் (Davis, 1961) தெரிவித்தார். இலை இழுவைகளும் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுதியும் அடிப்படையில் வேறுபடு பவை என்பது டேவிசின் (Davis, 1961) கருத்து. இது பலரால் ஒப்புக்கொள்ளப்படவில்லை.

தனி வளர்ச்சி முறையிலும், இன வளர்ச்சி முறையிலும் (Phylogeny) இலை இழுவைகள் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி யின் ஒரு பகுதியே. தண்டில் இலை இழுவைகளின் அமைப்பு சில வற்றில் தெளிவாகவும் மற்றவைகளில் (டாலியா, Dahlia) தெளி வற்றும் காணப்படலாம்.

## முடிவுரை

தாவரங்கள் தங்கள் உறுப்புக்களை ஒழுங்கு முறையில் தோற்று விப்பதை இலை அமைப்பு காட்டுகிறது. தண்டில் இலைகளும் இலை

இழுவைகளும் பல பாராஸ்டிக்குகளை அறியக் கூடிய வகையில் அமைந்திருப்பது தாவர அமைப்பின் சிக்கலான சமச் சீரை (Symmetry) புலப்படுத்துகின்றன. சமச்சீர் இருப்பதால் எண் மதிப்பைக் கொண்டு பகுதிகளின் அமைப்பையும் உறவையும் விளக்க முடிகிறது. இதன்படி தனி இயல்பை விளக்க தொடு பாராஸ்டிக்குகளையோ அல்லது பிளாஸ்டோகுரோன் இடை வெளியையோ குறிப்பிடலாம். (சர்ச், Church, 1904 வான் இடர் சன், Van Iterson, 1907) அல்லது சில தொடு பாராஸ்டிக்குகளை மட்டுமே தேர்ந்தெடுக்கலாம். (லூசே, Loiseau, 1959, பிளன்டிபல் Plantefol 1947, 1950, கட்டர், Cutter, 1959) அல்லது இலை இழுவை களால் இணைக்கப்பட்ட பாராஸ்டிக்கின் அடிப்படையில் இலை அமைப்பை இனங் கண்டறியலாம். (ஈசா, Esau, 1943 டக்கர் Tucker, 1961). பாராஸ்டிக்குகளில் எது மிகச் சிறந்த முறையில் தண்டின் சமச்சீரை வெளிப்படுத்துகிறது என்று குறிப்பிடுவதற் கில்லை.

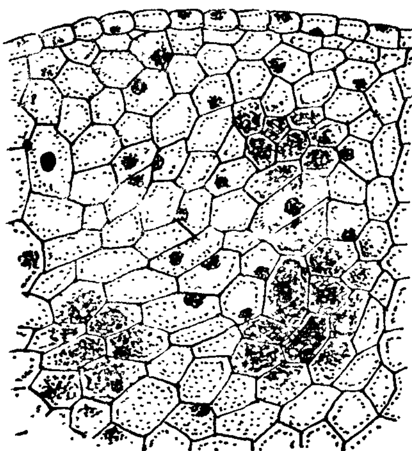
# 3. தண்டில் வாஸ்குலார்த் தொகுதியின் தோற்றம்

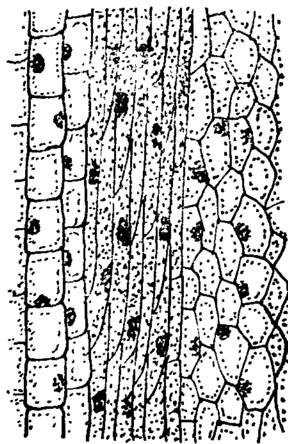
## (Initiation of the Vascular System in the Shoot)

### புரோகேம்பியத்தை அறிதல்
### (Identification of Procambium)

ஆக்குத் திசுவான புரோகேம்பியத்திலிருந்து பிரைமரி வாஸ்குலார் தொகுதி உண்டாகியது. தோன்று நிலையில் இது (புரோகேம்பியம்) நீண்ட ஸெல்களடங்கிய தொகுதிகளாகக் காணப்படும். புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைகின்ற பொழுது நீள் போக்குப் பிரிவு (division) காரணமாகவும் பக்கவாட்டில் விரிவடையாத காரணத்தினாலும் புரோகேம்பியம் நீட்சியடைந்த தோற்றத்தைப் பெறுகிறது அடுத்துள்ள ஆதாரத் திசுவைவிட புரோகேம்பிய ஸெல்கள் குறுகலாகத் தெரிகின்றன (படம் 3-1). அதன் பிறகு ஆதாரத் திசுவின் ஸெல்கள் குறுக்கு வாட்டிலும் நீள் வாக்கிலும் பிரிகின்றன. ஆனால், புரோகேம்பிய ஸெல்கள் தொடர்ந்து நீட்சியடைகின்றன. தொடக்க நிலையில் புரோகேம்பிய செல்களின் உள்ளமைப்பு செறிவுடன் காணப்பட்டாலும் பிறகு அவற்றில் சாற்றுக் குழிகள் (vacuoles) தோன்றுகின்றன.

நுனி ஆக்குதிசுவின் தோன்றல்களிலிருந்து புரோகேம்பியம் உண்டாகிறது. படிப்படியாக இது ஆதாரத் திசுவிலிருந்து வேறுபாடு அடைகிறது. ஆகவே, புரோகேம்பிய வேறுபாட்டின் முதல் நிலையை உறுதி செய்ய இயலாது. இலை அமைப்பு, இலை இணைவு உறவுகள், (leaf trace relationships) இலை பிரைமார்டியா தோன்றுதலின் பிளாஸ்டோகுரோன், நுனி ஆக்கத் திசுவிற்கு கீழ் ஏற்படும் திசு வேறுபாடு ஆகியவற்றைக் கொண்டு புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதலின் முதல் நிலையை உறுதி செய்ய




படம் 3-1.

தண்டு நுனியின் குறுக்கு வெட்டு நீள் வெட்டுப் பகுதிகளில் புரோகேம்பியத்தின் தோற்றம்.

(லினம் யுசிட்டாடிசிமம் : (Linum usitatissimum)

புரோகேம்பிய செல்கள் குறுகிய குறுக்களவு உடையவை, நீண்டவை, செறிவான சைட்டோபிளாஸத்தைக் கொண்டவை.

லாம். தண்டு வேறுபாடு அடைதலின் ஒரு கூறாக புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதலை ஆராய வேண்டும்.

தண்டின் நுனிப் பகுதியில் கணு இடைப் பகுதிகள் கிடையாது. ஆகவே, தொடர் வெட்டுப் பகுதிகளில் (serial sections) செல்களின் அமைப்பு மிகவும் வேறுபடும். ஆகவே, நீள் வாக்கிலும் குறுக்கு வாக்கிலும் எடுத்த தொடர் வெட்டுப் பகுதிகளை ஆராய்வது பயனுள்ளதாகும்.

## நுனி ஆக்கு திசு பொறுத்து புரோகேம்பியம்
(Procambium in Relation to Apical Meristem)

தண்டில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதலின் பொதுவான நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்வோம். வேறுபட்ட அளவில் பாரங்கைமாவாக மாறும் (அதாவது, எதிர்கால ஆதாரத் திசு செல்கள் அளவில் பருத்து சாற்றுக் குழாய்களை உண்டாக்கும்). நுனி ஆக்குதிசுவின் தோன்றல்களால் வாஸ்குலார்த் தொகுதி

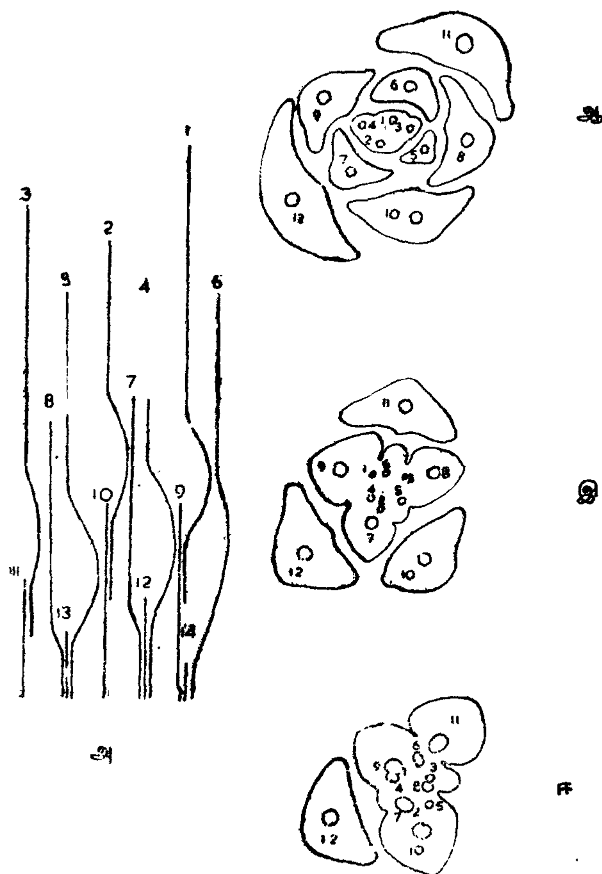
தொடக்க நிலையில் சூழப்படுகிறது. அதே மட்டத்தில் வாய்ப்புள்ள வாஸ்குலார் பகுதி (prospective vascular region) பாரங்கைமாவாக மாறுவது கிடையாது. அது செல்லியல் பண்புகளில் நுனி ஆக்குத் திசு செல் போல செறிவுள்ளது. அதாவது, வாய்ப்புள்ள வாஸ்குலார்ப் பகுதி யூமெரிஸ்டப் (Eumeristem) பகுதியாகவே உள்ளது; அதன் செல்கள் சிறியவை, செறிவானவை.

ஆதாரத் திசு பாரங்கைமாப் பகுதிகளைப் பெறுவது ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் நடைபெறுகிறது. விதைத் தாவரங்களில் இலை பிரைமார்டியம் (leaf primordium) தோன்றும் இடத்திற்குத் தொடர்பில்லாதபடி பித்தில் சாற்றுக் குழி தோன்றலாம். அல்லது இளம் இலை பிரைமார்டியம் இணைந்துள்ள மட்டத்திற்கு கீழேயோ அல்லது மேலேயோ பித் பாரங்கைமாப் பண்புகளைப் பெறலாம். சில பெரணிகளில் (Polypodiaceae) பித்தில் சாற்றுக் குழிகள் தோன்றுவது படிப்படியாக நடைபெறுகிறது; இலை இழுவை உண்டாவதுடன் தொடர்புடையது (கப்ளான், Kaplan, 1937).

கெட்டியான (solid) வாஸ்குலார் உருளையுடைய இலை இழுவை இல்லாத தாவரங்களில் எலோடியா (Elodea)' ஹிப்பூரிஸ், (Hippuris); சைலோட்டம் நூடம், (Psilotum nudum); லைகோபோடியம், (Lycopodium); செலாஜினெல்லா, (Selaginella) பித் தோன்றுவதில்லை.

புறணி பாரங்கைமாவாக மாறுபடுவது பல வழிகளில் நடைபெறுகிறது. ஈக்குசிட்டம் (Equisetum), சிறிய இலையுடைய ஜிம்னோஸ் பெர்ம், இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் பித்திற்கும் பிறகு புறணியில் சாற்றுக் குழிகள் தோன்றுகின்றன. தொடக்க நிலையில் புறணியும் எதிர்கால வாஸ்குலார் பகுதியும் ஒன்றுகத் தோன்றுகின்றன. ஆதலால் இவ்விரண்டு பகுதிகளும் சுற்றுப்புற யூமெரிஸ்டாக (Eumeristem) தெரிகின்றன. இறுதியாக புறணியில் சாற்றுக்குழிகள் உண்டாகும் போது வேறுபாடு அடையும் வாஸ்குலார்ப் பகுதி குறுக்கு வெட்டில் ஒரு வளைய வடிவில் தெரியும் (படம் 3-2).

பேரிலைத் தாவரங்களில் (Megaphyllous Plants) புறணி பாரங்கைமாவில் சாற்றுக் குழிகள் தோன்றுவது, இலை பிரைமார்டியம் பாரங்கைமாவாதலுடன் தொடர்புடையது. புறணியைவிட முன்னதாக இலை பிரைமார்டியத்தில் பாரங்கைமா வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகிறது. கீழ் மட்டங்களில் இலை அடிப்பகுதி




படம் 3-2.

டாக்சஸ் பகேட்டா (Taxus baccata) தண்டில் சாற்றுக் குழாம் அமைப்பு.

அ. இலை இழுவைகளின் அமைப்பு

இழுவை n, இழுவை n+5-ஐ இணைக்கிறது: பிறகு இழுவை n+5-விலிருந்து பிரிகிறது. n—8 இழுவையுடன் இணைகிறது.

ஆ. இ, ஈ: தண்டின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகள். எண்கள் இலை இழுவைகளைக் குறிக்கும்.

பாரங்கைமா புறணிப் பாரங்கைமாவை ஒத்திருக்கும். கணு இடைப் பகுதிகள் மிகவும் குறுகலாய் இருப்பதால் இலை அடிக்கும் தண்டின் புறணிக்கும் வேறுபாடு காண்பது அரிது. வாஸ்குலார்ப் பகுதி புறணிப் பாரங்கைமாவால் சூழப்பட்டிருக்கும் பொழுது தண்டு அகலத்திலும் நீளத்திலும் வளர்கிறது. இவ் வளர்ச்சியில்

வேறுபாடு அடையும் வாஸ்குலார்த் தொகுதியும் பங்கு கொள்கிறது. ஆகவே, வாஸ்குலார் தொகுதியும் அகன்று நீள்கிறது (படம் 3-2). புரோகேம்பிய அடிப்படையில் தொடக்க நிலை வாஸ்குலார்ப் பகுதியை வருணிக்க இயலாது. குறுகலான நீண்ட புரோகேம்பிய செல்கள் படிப்படியாக வளர்கின்றன.

புரோகேம்பியம் தோன்றும் போது நீள் வாக்கிலும் குறுக்கு வாக்கிலும் செல் பிரிவு நடைபெறுகின்றது. பல தாவரங்களில் தண்டு நுனி வளர்ச்சியின் பொழுது மிகவும் இளமையான இலை பிரைமார்டியத்தின் கோணத்திற்கு மேல் நீண்ட செல்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த நீண்ட செல்களை புரோகேம்பிய செல்கள் என்று தவறுதலாகக் கருதுவதும் உண்டு. இந் நிலையில் புரோகேம்பியத்தை அறிவது கடினம்.

## புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதலும் இலை இழுவைகளும்
## (Procambial Differentiation and Leaf Traces)

ஒரு பெரணி அல்லது விதைத் தாவரத்தில் இளமையான புரோகேம்பியத்தை அறிய எதிர்கால வாஸ்குலார்த் தொகுதியைக் கொண்ட ஆக்குத் திசுவை இலை பிரைமார்டிய வளர்ச்சி தொடர்பாக ஆராய வேண்டும். டாக்சஸ் (Taxus) தண்டில் இவ்வாறு ஆராயப்பட்டது.

ஏறக்குறைய தண்டு நுனிக்கு அருகில் ஆக்கு திசுப் பகுதி ஒரு தரப்பட்டதாக இல்லை. இலை பிரைமார்டியத்தின் கீழே (குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியில்) தொகுதி தொகுதியாக சிறு செல்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த செல் தொகுதிகள் புரோகேம்பிய நிலையிலுள்ள இலை இழுவைகளாகும். இலை பிரைமார்டிய புரோகேம்பிய தொகுப்புகளோடு அவை தொடர்பானவை. ஆனால், இலை சரிவரத் தோன்றுமலிருந்தால் தண்டின் பகுதியாகத்தான் புரோகேம்பியம் தெரியும். இந்த எடுத்துக்காட்டில் புரோகேம்பியம் தண்டில் தோன்றி இலை நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது.

லூபினஸ் (Lupinus) தண்டில் புரோகேம்பியம் தோன்றும் விதத்தைக் காண்போம். இலை பிரைமார்டியத்திற்குக் கீழே காணப்படும் செல் தொகுதி புரேகேம்பியம் என அறியப்பட்டது. அடுத்தடுத்த குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகளில் இவை தெளிவாகத் தெரியும். தண்டின் கீழ்ப் பகுதியில் இரண்டு முதிர்ந்த இலை

இழுவைகளுக்கு இடையே இளம் இழுவை காணப்படும். இந்த இளம் இலை இழுவை முதிர்ந்த இலை இழுவையுடன் இணைவதைக் காணலாம். இலை பிரைமார்டியத்துடன் இதன் உறவு, நீள் வாக்குப் பிரிவு ஆகியவற்றால் புரோகேம்பியத்தை இனங் கண்டறியலாம். புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதலுக்கும், இலையின் இடத்திற்கும் உள்ள உறவை டாக்சஸ் (Taxus) தாவரத்தில் அறியலாம் இலை இழுவையின் மேல் நோக்குப் போக்கை ஆராய்ந்தால் அது கிளைத்து சிம்போடியத்தை தோற்றுவிப்பது தெரிய வரும். இதில் அடுத்து முதிர்ந்த இலை இழுவை 8 பிளாஸ்டோகுரோன்கள் முதியது. இதற்கு மேல் உள்ள இழுவை சிம்போடியத்தை அணுகி அதனுடன் கலக்கிறது. இதன் முதிர்ந்த இழுவை 5 பிளாஸ்டோகுரோன் முதியது. எடுத்துக்காட்டு, இழுவை 7-க் கொண்ட சிம்போடியத்திற்கு அடுத்துள்ள இழுவை 2. தொடு பாராஸ்டிக்குகளில் ஒன்றில் 5 பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி இருக்கிறது. 3 பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளியில் அமைந்த இலைகள் வழியாக மற்ற தொடு பாராஸ்டிக்கில் செல் கிறது. இழுவைகள்முழுதுமாக செங்குத்துப் பாராஸ்டிக்குகள் நெடுக இணைந்துள்ளன. இலை அமைப்பு உறவுகளைக் கொண்டு இளம் இலைகளின் லோகசையும் (locus) தொடக்க (incipient) இலை பிரைமார்டியத்தையும், இழுவை புரோகேம்பியத்தையும் அறியலாம்.

டாக்சஸ் தாவரத் தண்டின் நுனிப் பகுதியில் எதிர்கால சாற்றுக் குழாய்ப் பகுதி, ஆதாரத் திசு பாரங்கைமாவினால் வரையறுக்கப்படும் பொழுது ஒரு படித்தாத இல்லை. இதில் புரோ கேம்பிய இழைகள் (strands) உண்டு. அதாவது, புறணி-பித் என்று வேறுபாடு அடையும் பாரங்கைமாவால் வரையறுக்கப் பட்ட வாஸ்குலார்ப் பகுதிக்கு மேலேயே முதல் புரோகேம்பிய இழைகள் தோன்றுகின்றன. இந்த புரோகேம்பிய இழைகள், 'இலை இழுவைகள்' என்று அழைக்கப்படும் நிலையில் உள்ளன.

யூமெரிஸ்டப் பகுதி தொடக்க வாஸ்குலார்ப் பகுதியுடன் நிற்க வில்லை. இளம் இலைகள், முதிர்ந்த இலையின் சில பகுதிகள், இளம் புறணி ஆகியவையும் ஆக்குத்திசு போன்றவைகளாகும்.

இந்தப் பகுதிகள் யாவும் நுனி ஆக்குத்திசுவுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. அடுத்தடுத்த குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகளில் இதனைக் காணலாம். நுனி ஆக்குத்திசு ஒரு எச்சமாக யூமெரிஸ் டத்தில் காணப்படுவதால் இதனை 'எச்ச ஆக்குத்திசு' (Residual Meristem) என்று அழைக்கலாம்.

எச்ச ஆக்குத்திசுவில் புரோகேம்பிய இழைகளின் எண்ணிக்கை கீழ் நோக்கிச் செல்லும் போது அதிகரிக்கிறது. எச்ச ஆக்குத்திசு அதிக அளவில் புரோகேம்பிய இழைகளாக வேறுபடுவதையே இது குறிக்கும். இறுதியாக எல்லா இழுவைகளும், இழுவை சிம்போடியம் தோன்றும்போது மீதமுள்ள எச்ச ஆக்குத்திசு இலை இடைவெளி பாரங்கைமாவாகவும், வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு பாரங்கைமாவாகவும் வேறுபாடு அடைகிறது.

ஒரு தண்டு வளரும் பொழுது இலை அமைப்பும், அதைச் சார்ந்த நிகழ்ச்சிகளும் அடிக்கடி மாறுவதால் வேறுபாடு அடைதலின் கோலம் (pattern) ஒரு சீராக இருக்காது. வளர்ச்சியின் பல நிலைகளில் வேறுபாடு அடைதலின் கோலம் எல்லா வகைகளிலும் ஒத்திருப்பதில்லை. ஆனால், அடிப்படையில் அவை ஒத்திருப்பது தெரிய வரும். தண்டில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதலைப் பற்றி கீழ்க்கண்ட செய்திகளை அறிகின்றோம்.

(1) பித் புறணியால் வரையறுக்கப்படுகின்ற பொழுது யூமெரிஸ்ட வாஸ்குலார்ப் பகுதியில் புரோகேம்பிய இழைகள் இருக்கின்றன.

(2) வாஸ்குலார் பகுதி அளவில் பருக்கிறது—பித், புறணியைப் போல்.

(3) அடுத்தடுத்த புரோகேம்பிய இழைகள், இலை இழுவை சிம்போடியா ஆகியவை எச்ச ஆக்குத்திசுவிலிருந்து வேறுபாடு அடைகின்றன.

(4) இறுதியாக ஆக்குத்திசுவின் பகுதிகள் இலை இழுவை பாரங்கைமாவாகவும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு இடைவெளி பாரங்கைமாவாகவும் வேறுபாடு அடைகின்றன.

(5) குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறும் தாவரங்களில் தொகுப்பு உட்பட்ட கேம்பியத்தின் (fascicular cambium) ஒரு பகுதி வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு இடைப்பகுதியிலும் இலை இழுவைகளிலும் தோன்றுகிறது.

## தண்டில் புரோகேம்பியம் தோன்றுதலைப்பற்றி சில விளக்கங்கள்

(Some interpretations of Procambial Initiatins In Shoot)

தண்டு வளர்ச்சியில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதலைப் பற்றி ஆராயப்பட்டாலும் யாவரும் ஒப்புக் கொள்ளக் கூடிய ஒரு

விளக்கத்தை தரும் அளவிற்கு முழுமையாக ஆராயப்படவில்லை. ஜிம்னோஸ்பெரம், இருவித்திலைத்தாவரங்களில் வாஸ்குலார் தொகுதியின் தொடக்ககால எல்லை வரையறையை லூயிஸ் (Louis, 1935) நன்கு ஆராய்ந்தார். நுனி ஆக்குத்திசுவிற்குக் கீழ்புறமாக அமைத்திருக்கின்ற திசுக்களில் சாற்றுக்குழிகள் ஏற்படு கின்ற காரணத்தினால், வாஸ்குலார் பகுதி அவைகளிலிருந்து இந்த அடிப்படையில் வேறுபட்டு வெளிப்படுத்தப் படுகின்றது. இலை பிரைமார்டியத்திற்கும் தண்டிற்கும் உள்ள தொடர்பை லூயிஸ் விளக்கினார். இதுவே அவரது சிறந்த சாதனையாகும். வளர்ச்சியின் தொடக்க நிலையில் இந்தப் பகுதியை (எச்ச ஆக்குதிசு என்பதற்குப் பதிலாக) புரோடெஸ்மோஜன் (prodesmogen) என்று பெயரிட்டார். புரோடஸ்மோஜனை டெஸ்மோஜனின் (புரோகேம்பிய இழையின்) முன்னோடியாகக் கருதினார். வாஸ்குலார் திசு தோன்றுதலின் முன்னோடியாக ஒரு ஆக்குத்திசு வளையம் (meristematic ring) தோன்றுவதை (ஹெல்ம், Helm, 1931) விவரித்தார். இந்த வளையம் நுனி ஆக்குத்திசுவின் எஞ்சிய பகுதி என்றும், அது ஒரு தனிப்பட்ட ஆக்குத்திசு அல்ல என்றும் கருதினார். இலை பிரை மார்டியத்திற்கும், புறணியில் சாற்றுக்குழி தோன்றுதலுக்கும் உள்ள உறவைப்பற்றி அவர் ஏதும் கூறவில்லை. ஆனால் ஆக்குதிசு வளையத்தில் தனித்தனி கற்றைகளாக புரோகேம்பியம் தோன்று வதைக் கண்டறிந்தார். இவ்வாறாக, 'புரோகேம்பியம்' ஒரு தொடர்ச்சியான வளையமாகத் தோன்றுகிறது'' என்ற பழைய கோட்பாட்டையே திருத்தினார். லூயிஸ், (Louis, 1935) ஹெல்ம் (Helm, 1931) ஆகியோரது கருத்தைப் பயன் படுத்தி கப்ளான் Kaplam, *1936, 1937)* என்பவர் ஸ்டீல் தோற்றம் பற்றி ஒரு விளக்கம் தந்தார். 'எச்ச ஆக்குத்திசு' என்ற சொல்லைத் தோற்று வித்தவர் இவரே. இந்த ஆக்குத்திசு நுனி ஆக்குத்திசுவின் எஞ்சிய பகுதி என்று கப்ளான் (Kaplan) நினைத்தாலும், இக்கருத்து பரிசீலனைக்கு உரியது என்பதை அவர் உணர்ந்திருந்தார். ஏனெனில், பல தாவரங்களில் எச்ச ஆக்குத்திசுவிற்குக் கீழே உள்ள செல்களில் அதிக அளவு சாற்றுக்குழிகள் தோன்றுகின்றன. நுனி ஆக்குத்திசுவின் தொடர்ச்சியான ஒரு பகுதியாக எச்ச ஆக்குத்திசு உள்ளது; பல தண்டுகளின் வெளிச்சுற்றில் அமைந்த ஆக்குத்திசு விலிருந்து இலைபிரைமார்டியா தோன்றுகின்றன.

கப்ளானின் (Kaplan, *1936* கருத்துப்படி தண்டின் எச்ச ஆக்கு திசு வளையமாகவோ வெளிச்சுற்று ஆக்குத்திசுவாகவோ அல்லது ஆக்குத்திசுவின் மையமாகவோ உண்டாகின்றது. புறம்பட்ட (Anomalous) இரு வித்திலைத் தாவரங்களிலும் சில ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களிலும் பல வளையங்களில் ஆக்குதிசு காணப்படும்.

ஹெல்ம், (Helm, 1931) லூயிஸ், (Louis, 1935) கப்ளான் (Kaplan 1936-1936) ஆகியோர் வாஸ்குலார் பகுதியின் முன்னோடியை ஒரு தனிப்பட்ட ஆக்குத்திசுவாகக் கருதவில்லை. இத்திசு நுனி ஆக்குதிசுவுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது என்று இம் மூன்று ஆராய்ச்சியாளர்களும் கருதுகின்றனர். கப்ளான் (Kaplan 1936) கொள்கைப்படி எச்ச ஆக்குத்திசு என்று ஒன்று இருந்தாலும், மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஆக்குத்திசு விற்கு தனிச் சிறப்பியல்புகள் உண்டு என்று வலியுறுத்துகின்றனர்.

ஹெஜிடிஸ் (Hegedius, 1954) என்பார் செல்லின் விட்டத்திற்கும் நியூக்ளியசின் விட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதத்தைக்கொண்டு வாஸ்குலார்ப் பகுதியின் முன்னோடியை அதைச் சார்ந்த ஆக்குத்திசுவிலிருந்துவேறுபடுத்தி அறியலாம் என்றார்.

பெரணி உட்பட பல தாவரத் தொகுதிகளில் சாற்றுக்குழாய் தோன்றுவதை கப்ளான் (Kaplan-1937) ஆராய்ந்தார். புறணி, பித் ஆகியவற்றில் சாற்றுக்குழிகள் தோன்றுவது சில பெரணிகளிலும், விதைத்தாவரங்களிலும் ஒத்துள்ளது. இருந்தாலும் எல்லா தாவரங்களிலும் சாற்றுக் குழாய்ப் பகுதியின் முன்னோடியாக இருப்பது எச்ச ஆக்குத்திசுவே.

வார்டுலாவின் (Wardlaw, 1952) கருத்து இதற்கு மாறாக உள்ளது. பெரணி நுனிகளில் காணப்படும் புரோமெரிஸ்டம் (Promeristem) என்பது உறுதியாக வாஸ்குலார் ஆக்குதிசு ஆகும். மேலும் இந்த ஆக்குதிசு நுனிக்குக் கீழுள்ள 'வாஸ்குலார் திசுவின் கூம்பு' (cone of Vascular tissue) என்று விவரித்தார். இவரின் விளக்கம் இளவளர்ச்சி முறையை ஓரளவு அடிப்படையாகக் கொண்டது. பித் உடைய ஸ்டீல்கள், பித் இல்லாத ஸ்டீல்களிலிருந்து தோன்றியதாக நம்பப்படுகின்றன.

ஸ்டீலாக வளரக் கூடிய செல்கள் மாற்றமடைவதால் பித் இல்லாத முன் ஸ்டீல் திசுவில் (prestelar tissue) பித்தும், இலை இடைவெளியும் உண்டாகின்றன. (வார்டுலா, Wardlaw, 1945). தனி வளர்ச்சி முறையில் பார்த்தால் இத்தகைய மாற்றம் ஒரு கருது கோளாகும். ஆக்குத்திசு செல்கள் பல வகை ஆற்றலுடையவை. மேலும் பித் அல்லது புறணி பாரங்கைமாவை வாஸ்குலார் திசு தோற்றுவிக்க வல்லது. ஆயினும் வாஸ்குலார் திசு பித், புறணி என்று வேறுபாடு அடைவதில்லை. அமைந்திருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்து செல் வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகின்றது.

நிலைத் தொடர்புகள் (positional relations), மாறியபோது புரோட்டோஸ்டீலிலிருந்து (protosteal), சைபனோஸ்டீல் (siphono-stele), தோன்றியது.

புரோட்டோஸ்டீல் (protostele) எவ்வாறு ஸைபனோஸ்டீலாக (siphonostele) உயிர் மலர்ச்சி அடைந்தது என்பது சர்ச்சைக் குரியது.

ஒரு கொள்கைப்படி (ஜெஃப்ரி, Jeffrey, 1902, 1917) ஸைலத் திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் உட்பட்ட பாரங்கைமா திசு புறணியி லிருந்து தோன்றியதாக நம்பப்படுகிறது. சில வாஸ்குலார் திசுக் களின் உட்பக்கத்தில் அகத்தோல் (endodermis) உள்ளது. ஆகவே அகத்தோல் சூழப்பட்ட பாரங்கைமா செல்கள் புறணியிலிருந்து தோன்றியதாகக் கொள்ளப்பட்டது.

மற்றொரு கொள்கைப்படி (Boodle, 1901, Gwynne-Vaughan, 1903) உட்பக்க வாஸ்குலார் கூறுகளில் சில பாரங்கைமாவாக மாற்ற மடைந்ததால் புரோட்டோஸ்டீல் ஸைபனோஸ்டீலாக மாறியது என்று நம்பப்படுகிறது. சில ஸைபனோஸ்டீல்களில் டிரேகிட்டுகளுடன் பாரங்கைமா செல்கள் சேர்ந்து இருப்பதை ஆதாரமாகக் கொள்கின்றனர்.

ஒரு தெளிவில்லாத எச்ச ஆக்குத்திசுவிலிருந்து புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது என்ற கருத்திற்கு மாறாக பார்டல்ஸ் (Bartels, 1960), கால்பி (Kalbe, 1962) ஆகியோர் நுனி ஆக்குதிசுவி லிருந்து நேரிடையாக புரோகேம்பியம் தோன்றுவதாகக் கூறு கின்றனர். (மேல் பரப்பிலிருந்து 3-வது 4-வது அடுக்குகளிலிருந்து). இவர்களது விளக்கங்கள் நீள் வெட்டுப் பகுதியில் செல்லின் தோற்றத்தை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டவை. ஆகவே கட்டன்ஸ்பர்க்கின் (Guttenberg), (1960) கருத்தைப் போன்று இயற்கைக்கு மாறுபட்டது. 'தோன்று நிலையில் வாஸ்குலார் திசுவிற்கும் வாஸ்குலார் அல்லாத திசுவிற்கும் இடையே வேறுபாடு இல்லை' என்ற உண்மைக்குப் புறம்பாக இவர்களது கருத்து உள்ளது.

## புரோகேம்பிய வளர்ச்சி
## (Growth of Procambium)

**பக்க வளர்ச்சி** (Latitudinal Growth)

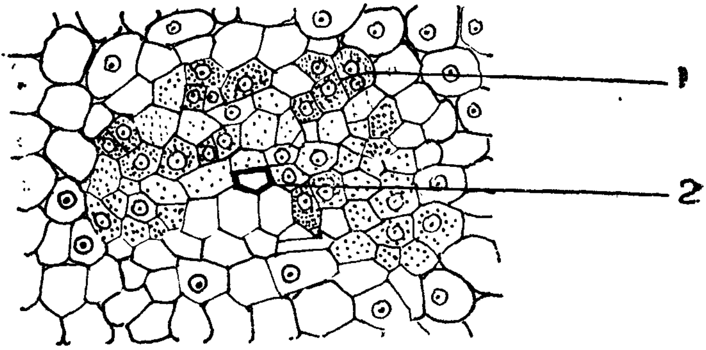
எச்ச ஆக்குத்திசுவில் புரோகேம்பிய இழைகள் தோன்றும் பொழுது கூடுதலான செல்கள் நீள்வாக்குப் பிரிவிற்குட்படு கின்றன. இவ்வாறாக புரோகேம்பிய தொடக்கநிலை குறுக்கு

வளர்ச்சி பிரிகின்ற செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள செல்களைக் கொண்டு நடைபெறுகிறது. இந்நிலை வளர்ச்சியின் முடிவில் ஒரு மகள் செல் புரோகேம்பியமாகவும் மற்றொரு மகள் செல் ஆதாரத் திசு செல்லாகவும் மாறுகின்றன. இவ்வாறாக வாஸ்குலார் செல்களும் வாஸ்குலார் அல்லாத செஸல்களும் வளர்ச்சி முறையில் நெருங்கிய உறவுடையவை.

குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது புரோகேம்பிய இழைகள் பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் விரிகின்றன. சில தாவரங்களில் (குறுக்கு வளர்ச்சியின் பொழுது) இலை இழுவைகள் அடுத்தடுத்து அமைவதால் புரோகேம்பியம் ஒரு தொடர்ச்சியான தோற்றத்தைப் பெறுகிறது. கூம்புடைத் தாவரங்களிலும் (conifers) இரு வித்திலைத் தாவரங்களிலும் பொதுவாக தொகுப்பு இடைவெளிகளால் பிரிக்கப்பட்டு, தனித்தனி இழைகளாகப் புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது. புரோகேம்பிய செல்கள் அதிகரிப்பதும், வாஸ்குலார் கூறுகள் வேறுபாடு அடைவதும் சுற்றுப்புறத்தில் உண்டாகும் பக்க வளர்ச்சியுடன் ஒத்தமைகின்றன.

புரோகேம்பிய செல் பிரிவின் தளம் தாவரத்திற்குத் தாவரம் வேறுபடுகிறது. செல் பிரிவு பல தளங்களில் நடைபெறலாம். அல்லது பெரிக்லைனல் முறையில் (மேல் பரப்பிற்கு இணையாக) நடைபெறலாம் (periclinal). ஃபுளோயத்தைத் தோற்றுவிக்கும் புரோகேம்பிய செல்களின் பிரிவு ஒரு குறிப்பிட்ட தளத்தில் இல்லை. ஆனால், சைலப்புரோகேம்பிய (xylary procambium) செல்கள் ஆர வரிசையில் அமைந்து வாஸ்குலார் கேம்பியத்தை ஒத்திருக்கின்றன. பெரிக்லைனல் முறையில் செல் பிரிவதனால் இத்தகைய அமைப்பு உண்டாகிறது (படம் 3-3).

வாஸ்குலார் ஆக்குதிசு செல்கள் ஆர வரிசையில் அமைந்திருப்பது கேம்பிய செயலையும், குறுக்கு வளர்ச்சியையும் காட்டுவதாக சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றனர். பிரைமரி வளர்ச்சி, செகண்டரி வளர்ச்சி வேறுபாடுகள் பரந்த அடிப்படையில் இருக்க வேண்டும். செல் அமைப்பு முறை என்ற ஒரு பண்பை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொள்ளக்கூடாது. (ஈசா Esau, 1943) புகையிலையின் (நிகோடியானா டொபாகம்: (Nicotiana tobacum) புரோகேம்பியத்தை கேம்பியத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம் (படம் 3-4). குறுக்கு வெட்டில் புரோகேம்பியமும் சைலமும் ஆர வரிசை செல் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. ஃபுளோயத்தில் செல்கள் ஒரு ஒழுங்காக அமையவில்லை. பெரிக்லைனல் பிரிவு அதிக அளவில் நடைபெறுவதை (புரோகேம்பியத்தை






படம் 3-3.

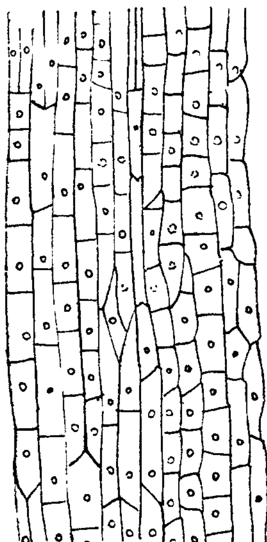
நிகோடியானா (Nicotiana) இலைக் காம்பின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகள் அ, ஆ (x 300)

அ. முழு புரோகேம்பிய இழை (முதல் சல்லடைக் கூறுகளுடன் முதிர்ந்த முதல் சைலக் கூறுகளுடனும்)

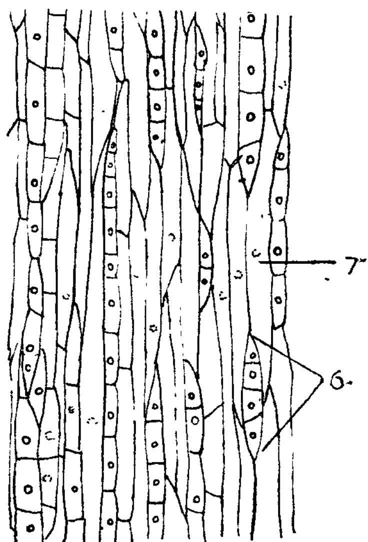
ஆ. வாஸ்குலார்த் திசுத் தொகுதியின் ஒரு பகுதி. வெளிப்புற ஃபுளோயம் நிறைய சல்லடைக் குழாய்கள் உள்ளன. புரோகேம்பிய செல்கள் ஆர வரிசையில் உள்ளன. சைலத்தில் நிறைய டிரேகியரிக் கூறுகள் உள்ளன. முதல் சைலம் சிதைந்துள்ளது.

1. சல்லடைக் கூறு; 2 சைலக் கூறு; 3. சிதைந்த சல்லடைக் கூறு; 4. சிதைந்த சைலக் கூறு; 5. உட்புற ஃபுளோயம்.

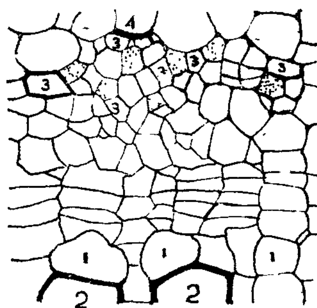
விட) கேப்பிய ஸெல்களில் குறுகலான ஆரப்போக்கு விட்டம் காட்டுகிறது. பரிதிக்கு இணையான தளத்தில் கேம்பியம்

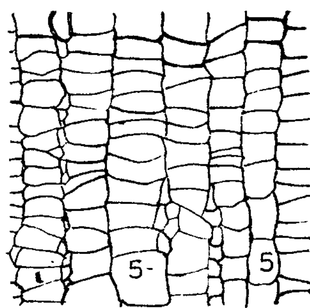


அ




இ




ஆ ஈ

படம் 3-4.

நிகோடியானு (Nicotiana) தண்டின் வெட்டுப் பகுதிகள்
புரோகேம்பியம்—கேம்பியம் ஒப்பீடு

அ. புரோகேம்பியம்— நீள் வெட்டுப் பகுதி
ஆ. குறுக்கு வெட்டுப் பகுதி
இ. கேம்பியம்— நீள வெட்டுப் பகுதி
ஈ. குறுக்கு வெட்டுப் பகுதி

1. முதிராத ஸெல்கள்; 2. வெஸல்; 3. சல்லடைக் கூறு; 4. சிதைந்த ஃபுளோயக் கூறு; 5 ரே; 6. ரே தோற்றுவிகள் 7. ஃபூசிபாரம் தோற்றுவிகள்.
குறுக்குவெட்டுப் பகுதி (ஈ) x 240
நீள்வெட்டுப் பகுதி (இ) x .40

இரண்டு தொகுதிகளைக் கொண்டது. ஒன்று ரே தோற்றுவிகள் (ray initials) மற்றது ஃபூசிபாம் தோற்றுவிகள் (fusiform initials). புரோகேம்பியம் ஒரு தரப்பட்ட (Homogeneous) அமைப்பு உடையது. கேம்பியத்திலிருந்து தோன்றிய ஸைலம், ஃபுளோயம் ஆகியவற்றில் ரே தொகுதியும் (Ray system), அச்சுத் தொகுதியும் (Axial system) உள்ளன. இத்தகைய வேறுபாடு புரோகேம்பியத்திலிருந்து தோன்றிய முதல் நிலை வாஸ்குலார் திசுவில் இல்லை.

## நீள் வளர்ச்சி (Longitudinal Growth)

டாக்சஸ் (Taxus) தாவரத்தில் புரோகேம்பிய வளர்ச்சியில் கீழ்க் கண்டவற்றை விவரித்தோம். இளம் இலை பிரைமார்டியத்தில் புரோகேம்பியம் இல்லாதிருந்தாலும், தண்டினுள் ஆழத்தில் அது இருந்தது. இலைபிரைமார்டியாவின் இலை இழுவை இடங்களில் இலை இழுவை புரோகேம்பியம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைதலை இது காட்டுகிறது. இந்த இளம் இலை இழுவைகளின் போக்கை ஆராய்ந்தால் அவற்றில் நுனி நோக்கிய அமைப்பு தெரிய வரும். 'முதிர்ந்த இலை சிம்போடியத்திலிருந்து கிளைத்து, புதிய புரோ கேம்பிய இலை இழுவைகள் வேறுபாடு அடைகின்றன', என்று முடிவு செய்யலாம். பல ஜிம்னோஸ்பெர்ம், இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் புரோகேம்பியம் தொடர்ச்சியாக நுனி நோக்கிய முறையில் வேறுபாடு அடைவது அறியப்பட்டுள்ளது புரோகேம்பிய வளர்ச்சியின் இந்நிலையை ஆராய்வது கடினம். பிரைமார்டியா தோன்றும் நுனிப் பகுதியில் கணுக்களும் கணு இடைப் பகுதிகளும் குறுகலாக இருக்கும், அல்லது இல்லாம லிருக்கும். கணுப் பகுதியில் இலை இழுவை ஒரு வளைந்த போக்கில் அமைந்திருக்கும். தொடர் வெட்டுப் பகுதிகளைக் கொண்டும், இலை அமைப்பு—இலை இழுவை உறவுகளைக் கொண்டும் புரோ கேம்பியத்தை அறியலாம். வேறு வழிகளில் புரோகேம்பியத்தை ஆராய்வது கடினம். நீள் வாக்கில் புரோகேம்பியத்தின் போக்கு இலை இடைவெளி காரணமாக சரிவரத் தெரியவில்லை. ஒரு இலைக்கு நடுவில் உள்ள வெட்டுப் பகுதி இலை இடைவெளிக்கு நடுவில் அமையும். இலை இழுவைக்கு மேலுள்ள புரோகேம்பியம் இதன் காரணமாக கீழே தொடர்ச்சியற்று காணப்படும். இலை புரோகேம்பியம் இலை இடைவெளிக்கு அருகில் மட்டுமே காணப் படும் (தொடர் வெட்டுப் பகுதியில்).

புரோகேம்பியம் இளம் பிரைமார்டியத்துடன் சேர்ந்திருப்பது பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந்த உண்மை (பெர்சிலன் Bersillon, 1955; டி ஸ்லோவர் De Sloover, 1958; மக் ககான் Mc Gahan, 1955 முதலியோர்). இலையைத் தோற்றுவிக்கும்

செல்கள் பிரிவதற்கு முன்னரே இலை இழுவை தோன்றுவது ஒரு குறிப்பிடத் தக்க நிகழ்ச்சியாகும். இந் நிலை பல ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. ஜிங்கோ (Ginkgo), குங்கல் & வெட்மூர் (Gunckel & Wetmore, 1946, ஹேஜ்மன் Hagemann, 1963); டாக்சஸ் (Taxus), டி. ஸ்லோவர் (De Slover, 1958); சூடோத்ஸுகா & செக்கொயா (Pseudotsuga & Sequoia), ஸ்டெர்லிங் (Sterliug 1945, 1947) இந்த தாவரங்களில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இலை பிரைமார்டிய இழுவைகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

செக்கொயா தாவரத்தில் பிரைமார்டியத்திற்கும் முன் தோன்றிய இழுவைகளில் முதிர்ந்த ஃப்புளோயம் காணப்படும். சூடோத்ஸுகாவில் இல்லாத இலைக்குறிய (nonexisting leaves) புரோகேம்பிய இழைகள் பருவகால வேறுபாட்டைப் பிரதிபலிக்கின்றன. அத்தகைய இழுவைகள் உறங்கு நிலையில் இருக்காது: ஆனால் அவைகள். வளர்ச்சி காலத்தில் இருக்கும். குங்கல், வெட்மூர் (Wetmore, 1946) ஆகியோர் வளரும் மொட்டுகளில் வாய்ப்புள்ள இலைக்கு மட்டும் புரோகேம்பியம் இருப்பதைக் கண்டார்கள்.

ஏபிஸ் (Abies) தாவரத்தில் மாறுபட்ட நிலைமை காணப்படுகிறது. உறங்கும் தண்டில் உள்ள 5-6 பிரைமார்டியாவிற்கு தெளிவான புரோகேம்பியம் இல்லை. தண்டு நீளும்போது இந்த புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது (Parke, 1963).

அனகாலிஸ் (Anagallis), கோலிஸ் (Coleus), லிகஸ்டிரம் (Ligustrum) ஆகிய இருவித்திலைத் தாவரங்களிலும், கோஸ்டஸ் (costus), அல்ஸ்டிரோமிரியா (Alstroemeria) ஆகிய ஒருவித்திலைத் தாவரங்களிலும் இலை இழுவைகள் பருவத்திற்கு முன் முதிர்ச்சி அடைவது அறியப்பட்டுள்ளது.

ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் ஒரு இலைக்கு பல இலை இழுவை இருப்பது பொதுவான விதி. இந்த இழுவைகள் எல்லாம் நுனி நோக்கிய முறையில் (தண்டிலிருந்து இலை நோக்கி வேறுபாடு அடையவில்லை.

குமசாவா (Kumazawa-1961), ஷர்மன் (Sharman-1942) ஆகியோர் சோளத் தண்டை ஆராய்ந்தனர். சோளத் தண்டில் இலை நடு இழுவைகள் (median leaf traces) நுனி நோக்கி தொடர்ச்சியாக வேறுபாடு அடைகின்றன. ஆனால் இலை பக்க இழுவைகள் (lateral leaf traces) இருதிசையிலும் (தண்டில் கீழ் நோக்கியும், இலையில் நுனி நோக்கியும்) வேறுபாடு அடைகின்றன என்று கண்டனர்.

மசாயுகி (Masayuki-1962) நெற்பயிரில் (gryza) இலை நடு இழுவைகளும் இலை பக்க இழுவைகளும் இலை அடியில் தோன்றி இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடைகின்றன, என்று அறிந்தார். அதே நேரத்தில் புரோகேம்பிய இழைகள் தண்டில் தோன்றி நுனிநோக்கி வளர்ந்து, கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்துவரும் இலை இழுவையுடன் சேர்கின்றன. ரோவிதர் (Rohweder-1963). சில காமலேனேசி (commelinaceae) தாவரத் தண்டுகளில் புரோகேம்பியம் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைவதாக ஐயுற்றார்.

மைக்ரோபைப்பர் எக்சல்கம் (micropiper excelsum) என்ற இருவித்திலைத் தாவரம் சிதறிய (Scattered) வாஸ்குலார் தொகுப்புகளைக் கொண்டது. தொகுப்புகளில் சில இலைகளுடன் இணைந்து இருக்கவில்லை. இதன் இலை பக்க இழுவைகள் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைவது ஒருவித்திலைத் தாவரத்தை ஒத்துள்ளது. பால்பர் (Balfour-1958) இலை இழுவைகள் இயல்பாக கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன என்பது தவறான கருத்து.

பெரணியில் அதிக அளவு மார்போஜெனிச (morphogenesis). ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று இருந்தாலும் அவற்றில் வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவது நன்கு ஆராயப்படவில்லை. புரோகேம்புயத் தொகுதி நுனிநோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது என்பது இது வரை கிடைத்த செய்திகள் தெரிவிக்கின்றன. ஆனால் சிக்கலான இத்தொகுதியை நன்கு ஆராயாமல் ஒரு பொதுவான விதியை உண்டாக்குவது தவறு.

லைகோபோடியம் (Lycopodium) செலாஜினெல்லா (Selaginella) தாவரங்களில் இலை இடைவெளி இல்லை. புரோகேம்பிய நடுப் பகுதி நுனிநோக்கி வேறு பாடு அடைந்து இளம் இலைபிரைமார்டியத்திற்கும் மேலே செல்லுகிறது. (பூவட், fiuovat-1955). இந்த இரண்டு தாவரங்களிலும் இலை இழுவை புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவது ஆராயப்பட்டது. ஈக்குசிட்டத்திலும் (equisetum). இத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றன. ஆனால் முடிவுகள் ஒத்திருக்கவில்லை.

## தாளில் (இலைப் பரப்புகளில்) புரோகேம்பியம்
(Procambium in Leaf Blades)

தோன்றி வளரும் இலைபிரைமார்டியத்தில் புரோகேம்பியம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. இந்த புரோகேம்பியம் பிறகு இலையின் நரம்புகளில் ஒன்றுச ் கிறது. இலையில் ஒரே ஒரு

இழுவை இருக்குமானால் இந்த முதல் [illegible] நடு நரம்பாக அமைகிறது. இதிலிருந்து பக்க நரம்புகள் கிளைத்து விரியலாம் இலையில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இழுவைகள் இருந்தால் அவை தனித்தனி நரம்புகளாகின்றன. அல்லது அவை இலைக்காம்பில் வலைப்பின்னலை உண்டாக்கலாம். இலைப்பரப்புகளின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்து நரம்பு அமைப்பு முறை (venation) வேறுபாடு அடைகிறது. இருவித்திலைத் தாவரங்களில் வலைப்பின்னல் நரம்பு அமைப்பும் (reticulate venation) ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் இணைபோக்கு நரம்பு அமைப்பும் (parallel venation) காணப்படுகின்றன.

லிரியோடென்ரான் (liriodendron) என்ற இரு வித்திலைத்தாவரத்தில் இலைப்பரப்பின் வரம்பு வளர்ச்சி (marginal growth) தொடங்கியபின்னர் நடு நரம்பிலிருந்து பக்க நரம்புகள் தோன்றி வளர்கின்றன. நடு நரம்புகளின் தொடர்புடன் வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகிறது. இரண்டாம் நரம்புகளால் கரையிடப் பட்ட திசுக்கள் மூன்றும் நரம்புகளால் மேலும் பிரிக்கப்படுகின்றன. இந்த நரம்புகள் ஒரே நேரத்தில் தோன்றுகின்றன. நாலாம்தர (quarternary) நரம்புகள் பல பக்க ஏரியோல்களை (polygonal areoles) சூழ்ந்து அமைகின்றன. ஏரியோல்கள் சிறிய நரம்புகளால் மேலும் பிரிக்கப்படுகின்றன. இலை சுமார் 2.5 செ.மீ. நீளம் இருக்கும்போது நரம்பு முடிவுகள் (endings) தோன்றுகின்றன. 'இலை இடைத்திசு (mesophyll) பெருகும் போது நரம்புகள் முறிவதால் குருட்டு நரம்பு முடிவுகள் (blind nerve endings) தோன்றுகின்றன,' என்ற கருத்திற்கு ஆதாரம் இல்லை.

பெரிய நரம்புகள் இலையின் ஆழமான திசுக்களில் உண்டாகின்றன. ஆழமான இத்திசுக்கள் இறுதியாக நரம்பு பாரங்கைமாவைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சிறிய நரம்புகள் இலை இடைத்திசுவில் பொதிந்துள்ளன. அவை இலைப்பரப்பின் ஒரு நடு வரிசையிலிருந்து உண்டாகின்றன. தோன்றுநிலையில் இலை நடுத்திசுவிற்கு தட்டு ஆக்குத்திசு (plate meristem) என்று பெயர். தட்டு ஆக்குத்திசுவிலிருந்து இலை இடைத்திசுவும், வாஸ்குலார் திசுக்களும் உண்டாகின்றன. தனி வளர்ச்சி முறையில் வாஸ்குலார் திசுவிற்கும் வாஸ்குலார் அல்லாத திசுவிற்கும் இடையே வேறுபாடு இல்லை என்ற கருத்து மீண்டும் வலியுறுத்தப் படுகிறது.

இணை போக்கு நரம்பு அமைப்புடைய ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் முதல் நடு நரம்பு தொடக்கதில் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றது. இதைத் தொடர்ந்து மற்ற முதல் நரம்புகள்

வரம்பு நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன. (பிரே, pray, 1955). சோளத்தில் முதல், இரண்டாம் நீள் போக்கு நரம்புகள் இருக்கின்றன. இவை வேறுபாடு அடையும் முறையில் மாறுபடுகின்றன. (ஷர்மன் Sharman, 1962). நீள்போக்கு நரம்புகளை குறுக்கு நரம்புகள் இணைக்கின்றன. முதலில் இவை இலை நுனியில் (leaf tip) தோன்றி கீழ்ப்பகுதிகளில் அடுத்தடுத்து தோன்றுகின்றன. நெல் இலையில் இரண்டுவகை நீள்போக்கு தொகுப்புகள் காணப்படுகின்றன. ஒருவகை நுனி நோக்கியும் மற்றொரு வகை கீழ் நோக்கியும் வேறுபாடு அடைகின்றன. (மீடா, Maeda, 1962). ஹோஸ்டா (Hosta) தாவரத்தில் தட்டு ஆக்குத்திசுவிலிருந்து (ஒரு அடுக்கிலிருந்து) நரம்பிடை நரம்புகள் (intercostal veins) தோன்றுகின்றன. இந்த ஆக்குத்திசுவின் செல்கள் தொடக்கத்தில் பல கோணம் உடையவை. பிறகு அவை முதல் நரம்பிற்கு செங்குத்தில் பிரிந்து நீட்சியடைகின்றன. சில செல் வரிசைகள் பிரிந்து, நீண்டு, படிப்படியாக புரோகேம்பிய இயல்பைப் பெறுகின்றன. இது மிகவும் நுட்பமான, ஆனால், மந்தமான (slow) முறை ஆகும். இரண்டு முதல் நரம்புகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி முழுவதும் ஒரே நேரத்தில் புரோகேம்பிய இயல்பைப் பெறுகிறது. ஹோஸ்டா (Hosta) தாவரத்தை லிரியோடென்ட்ரான் (Liriodendron) உடன் ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால் எதிர்கால புரோகேம்பியத்தில் நிகழும் செல் பிரிவைப் போலவே தட்டு ஆக்குத்திசுவில் நடைபெறுகிறது என்று தெரியவரும். குய்னுவில் (quiina) தட்டு ஆக்குத்திசுவிலேயே புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது. செல் பிரிவு தளத்திலிருந்து இது தெரிகிறது.

பெரணியிலும், ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களிலும் நரம்பு அமைப்பு தோன்றும் முறையை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க பிரேயின் (Pray, 1960, 1962) ஆராய்ச்சிகள் பயன்படுகின்றன. நெஃப்ரோலிபிஸ் (Nephrolepis), ரெக்னெல்லிடியம் (Regnellidium) ஆகியவற்றின் சிற்றலைகளின் வரம்பு வளர்ச்சியில் செல் வரிசைகள் தோன்றுகின்றன. இவை இரண்டாம் நரம்புகளின் புரோகேம்பிய முன்னோடியாக அமைந்துள்ளன. தரை ஆக்குத்திசு செல்களின் செல்லியல் வேறுபாடு (சாற்றுக் குழி உண்டாதல், டானின் (tanin) நிறம்பியிருத்தல்) புரோகேம்பிய செல்கள் உண்டாக வழி செய்கின்றது. பெரிதாகும் வரை இவை கரு நிலை உருவிலேயே இருக்கின்றன. வரம்பு ஆக்குத்திசு விரிவடைவதால் புரோகேம்பியத் தொகுதி பெருகுகின்றது. பிறகு வரம்பு ஆக்குத்திசு வழித் தோன்றல்களில் சில பாரங்கைமா செல்களாகி புரோகேம்பியத்தைக் கிளைக்க வைக்கின்றன. எல்லா புரோகேம்பியத் தொகுதியும் தோன்றும் வரை வரம்பு வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் இலைப் பரப்பின் வரம்பு வளர்ச்சியின் பொழுது பெரிய நரம்புகள் மட்டுமே உண்டாகின்றன. வரம்பு ஆக்குத்திசுவின் வழித் தோன்றல்களின் இடை வளர்ச்சியின் போது (intercalary growth) சிறிய நரம்புகள் உண்டாகின்றன.

## மொட்டுகளினுடைய புரோகேம்பியம்
## (Procambium of Buds)

### இலைக் கோண மொட்டுகள் (Axillary buds)

இலைக் கோண மொட்டுகளின் இழுவைகள் இலை இழுவைகள் ஆகும். ஏனெனில், அவை முன் இலைகளின் (prophylls), சில நேரங்களில் அதற்கும் மேலுள்ள இலைகளின் வாஸ்குலார் அமைப்பை உண்டாக்குகின்றன. இந்த இழுவை (மொட்டிற்கும் தண்டிற்கும் இடையே) வேறுபாடு அடையும் காலமும், திசையும் மொட்டின் இயல்பிற்கு ஏற்றவாறு வேறுபடும். நுனி ஆக்குத்திசுவிற்கு அருகில் மொட்டு தோன்றி கிளையாக வளர்ந்தால், அதன் இழுவைகள் எச்ச ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாகின்றன. இது தண்டில் இலை இழுவைகள் தோன்றுவதை ஒத்திருக்கிறது. அத்தகைய மொட்டிற்கும் தண்டின் வாஸ்குலார்ப் பகுதிக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் மிகவும் குறைவு. ஆகவே, புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவது தண்டிலிருந்து மொட்டு நோக்கி நடைபெறுகிறதா (நுனி நோக்கி) அல்லது மொட்டிலிருந்து தண்டு நோக்கி நடைபெறுகிறதா (கீழ்நோக்கி) என்று கூறுவது கடினம். பல தாவரங்களில் வேறுபாடு அடைதல் நுனி நோக்கி நடைபெறுகிறது. மற்ற தாவரங்களில் வேறுபாடு அடைதலின் திசை உறுதி செய்யப்படவில்லை.

இலைக் கோண மொட்டு தாமதமாகத் தோன்றினாலும் அல்லது உடனடியாக இழுவைகள் தண்டுடன் இணைக்கப்படா விட்டாலும் மொட்டின் கீழுள்ள திசு சாற்றுக் குழிகளை உண்டாக்கி பாரங்கைமாவாக மாறுகிறது. இறுதியாக புரோகேம்பியம் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. சோளத்தில் இலைக் கோண மொட்டுகள் தண்டு நுனிக்கு மிகவும் கீழே தோன்றுகின்றன. தண்டுடன் அவை கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடையும் புரோகேம்பியத்தால் இணைக்கப்படுகின்றன. (குமசாவா Kumazawa, 1961). ஆண் ஸ்பைக்லெட்டுகள் (spikelets) நுனிக்கு அருகில் தோன்றி, ஆரம்ப முதல் கிளையின் (rachis) புரோகேம்பியத்துடன் இணைந்துள்ளன. டிரைமிசில் (drimys) கோண மொட்டுகளின் புரோகேம்பிய இழைகள் சாற்றுக் குழி நிறைந்த செல்களினூடே

கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன. அதன் பிறகு புரோகேம்பிய வளர்ச்சி தண்டின் புரோகேம்பியத்திலிருந்து நுனி நோக்கிய முறையில் நடைபெறுகின்றது.

அரபிடாப்சிஸ் (Arabidopsis) காப்ஸெல்லா (Gapsella), அனகாலிஸ் (Anagallis) ஆகிய தாவரங்களில் மொட்டு இழுவை புரோகேம்பியம் அடி நோக்கி வேறுபாடு அடைவதாக வாகன் (Vaughan, 1955) தெரிவித்தார். கிப்போர்டு (Gifford) வாகன் (Vaughan, 1955) ஆகிய இருவரும் தாங்கள் ஆராய்ந்த மொட்டுகளை பிரிந்த (detached) ஆக்குத்திசு என்று வருணித்தனர். அதாவது, நுனி ஆக்குத்திசுவில் தோன்றி அதிலிருந்து சாற்றுக் குழி நிறைந்த ஸெல்களால் பிரிக்கப்பட்டு பிரிந்த ஆக்குத்திசு என்று பொருள். பிரிந்த ஆக்குத்திசுக்களில் கோண மொட்டுகள் தோன்றுவதும், தண்டின் வாஸ்குலார் இணைப்புகள் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைவதும் மட்டிசியா (Matteuccia) என்ற பெரணியில் அறியப்பட்ட செய்திகளாகும் (வார்டுலா, Wardlaw, 1943).

**வேற்றிட மொட்டுகள் (Adventitious buds)**

இவை தண்டின் இயல்பான வளர்ச்சியின் பொழுது இலைக் கோணத்தில் உண்டாகும் மொட்டுகளைப் போன்று தோன்றுவதில்லை. தாவரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளில் (இலைக் கோணம் நீங்கலாக) அவை தோன்றுகின்றன. அவை தானாகத் தோன்றலாம், அல்லது தூண்டல் காரணமாக தோன்றலாம். வெற்றிட மொட்டுகள் தோன்றும் முறை வளர்ச்சி சீராக்கிகளைக் (growth regulators) கொண்டும், ஏனைய ஆய்வுகளைக் கொண்டும் ஆராயப் பட்டுள்ளது (வார்டுலா Wardlaw, 1952). வெற்றிட மொட்டு களின் புரோகேம்பியம் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து தாய் உறுப்பின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியுடன் இணைகிறது. பிளாக்ஸ் (flax) மொட்டுகளில் இத்தகைய வேறுபாடு அடையும் முறை காணப்படுகிறது. நாற்றின் (seedling) நுனி வெட்டி நீக்கப் பட்டால் இம் மொட்டுகள் வித்திலைக் கீழ் தண்டின் புறத் தோலில் (epidermis) தோன்றி, புதிய தண்டாக வளரக் கூடியவை (கல்லின் Gulline, 1960; லிங் & எக்கர்ஸ், Link & Eggers, 1940). வெற்றிட மொட்டுகளில் புரோகேம்பியம் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைவது நுனி நீக்கப்பட்ட கிரென்பெர்ரி (granberry) நாற்றுகளிலும் லினேரியாவின் (linaria) வித்திலை மேல் தண்டிலும் (epicotyl), தக்காளியின் இலையிலும், பல்வேறு தாவரங்களின் பல்வகை உறுப்பு களிலும் அறியப்பட்டுள்ளது.

கொண்டார் ஈவா-மெல்வில் (Kondrat'eva-Nel'vil', 1957) என்பார் வேரில் தோன்றும் வெற்றிட மொட்டுகளின்

வாஸ்குலார் அமைப்பு, மொட்டின் இருப்பிடத்தையும் அதன் வளர்ச்சி வீரியத்தையும், வேரின் உள்ளமைப்பையும் பொறுத்தது என்று கண்டறிந்தார்.

கேம்பியம் அருகில் தோன்றும் மொட்டுகளில் வாஸ்குலார் இணைப்பு நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது; வேரின் சுற்றுப் பகுதியில் தோன்றும் மொட்டுகளில் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது.

மெதுவாக வளரும் மொட்டுகள் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைதல் மூலமும் விரைவாக வளரும் மொட்டுகள் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைதல் மூலமும் வாஸ்குலார் அமைப்பைப்பெறு கின்றன.

பெரணிகளில் சோதனைத் தூண்டில்களால் உண்டான மொட்டுகள், மட்டக்கிழங்கின் (rhizome) வாஸ்குலார்த் தொகுதியுடன் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடைதல் மூலம் இணைகின்றன. இந்த மொட்டுகள் சற்று முதிர்ந்த தண்டில் தோன்றுமானால் கீழ்நோக்கி வேறுபாடு அடையும் இழைகள் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியை அடைவதில்லை. மாறாக மொட்டுகள் தங்கள் வேர்களைத் தாங்களே உண்டாக்குகின்றன.

## இனப்பெருக்கத் தண்டுகளினுடைய புரோகேம்பியம்
(Procambium of Reproductive Shoots)

பூவில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவது அதன் வகைப்பாட்டியல் மரபு வழி ஆராய்ச்சிகளில் அறியப்பட்டுள்ளது. ஆனால், பெரும்பாலான ஆராய்ச்சிகள் முதிர்ந்த பூவில் செய்யப்பட்டுள்ளன. பூவின் இயல்பை நிர்ணயிப்பது ஆராய்ச்சியின் ஒரு குறிக்கோளாகும். பூ என்பது தண்டு உறுப்போடு ஒத்தமைவதா அல்லது தனியாக உண்டான உறுப்பா என்பது ஆராய்ச்சிக்குரியது. பூ அடிப்படையில் தண்டகத்தை (shoot) ஒத்திருக்கிறது என்பது சிலரது முடிவு. இவர்கள் பூவின் வாஸ்குலார்ப் பகுதியை இடைவெளி உடைய ஸ்டீல் என்று கருதுகின்றனர். அதன் இழைகள் பூவின் பல்வேறு உறுப்புகளுக்குச் செல்கின்றன.

பூவின் வெவ்வேறு உறுப்புகள் பூத்தளத்தில் (receptacle) நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. ஆகவே, வாஸ்குலார்த் தொகுதியும் நெருக்கமாக உள்ளது. இதன் காரணமாக இழைவை, இடைவெளி ஆகியவற்றை ஆராய்வது கடினம். (மோஸ்லி, Moseley, 1961;

நாஸ்ட், Nast, 1944; ஸ்போர்ன் Sporne, 1958). சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருத்துப்படி பூவிற்கும் தண்டிற்கும் உள்ள ஒற்றுமை வளர்ச்சி முறை அடிப்படையில் கேள்விக்குறியது (கிப்போர்டு Gifford, 1954).

பூவிலும் மஞ்சரியிலும் (inflorescence) வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதின் தொடக்கம் தண்டில் உள்ளதைப் போலவே இருக்கிறது. இலைக் கோண மொட்டைப் போலவே இனப்பெருக்க மொட்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி தாய் தண்டுடன் இணைந்துள்ளது.

பூவின் வெவ்வேறு உறுப்புக்கள் அமைப்பிலும், இழுவைகளின் இணைப்பிலும் இலை அமைப்பு கோலத்தைக் காணலாம். உறுப்பு நிலை (vegetative stage) இனப்பெருக்க நிலையாக (reproductive stage) மாறும்போது இலை அமைப்பு முறை மாறுபடலாம். ஒளியால் தூண்டப் பெற்ற கீனப்போடியத்தில் (Chenopodium) இலை உண்டாவது ஒரு நாளைக்கு ஒரு இலை என்ற அளவிலிருந்து ஒரு நாளைக்கு பல இலைகள் என்ற அளவிற்கு அதிகரிக்கிறது (குபோர்டு & டெப்பர், 1961).

பிலிப்சன் (Philipson, 1946, 1947) என்பார் பல மஞ்சரிகளை ஆராய்ந்த பொழுது வாய்ப்புள்ள வாஸ்குலார்ப் பகுதி சாற்றுக் குழி நிறைந்த தரை ஆக்குதிசுவினால் கரையிடப் படுவதைக் கண்டறிந்தார். பிறகு பூவடிச்சிதலிற்கு (bract) செல்லும் இழுவை புரோகேம்பியம் எச்ச ஆக்குதிசுவின் வழியாக கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. பூக்களைப் பொறுத்த வரையில் புரோகேம்பியம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது என்று சிலரும், இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடைகிறது என்று வேறு சிலரும், வேறுபாடு அடைவதின் திசை பற்றி உறுதி இல்லை என்று மற்றும் சிலரும் கூறுகின்றனர். பூப் பகுதிகள் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதால் வேறுபாடு அடைதலின் திசையை நிர்ணயிப்பது கடினம் (ஈசா Esau, 1954). சில பூப் பகுதிகளில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதல் தாமதமாக நடைபெறுகிறது. மேலும் அது சாற்றுக் குழி நிறைந்த திசுவில் நடைபெறுகிறது (போக் Boke, 1949; லாவல்ரீ Lawalree, 1948).

## முடிவுரை

தண்டில் வாஸ்குலார்த் தொகுதி தோன்றுவதின் தொடக்க நிலைகளும், தோன்றும் முறையில் காணப்படும் மாறுபாடுகளும் தெளிவாக இல்லை.

நுனி ஆக்குத்திசுவில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைந்துள்ள செல்களிலிருந்து வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுகிறது என்ற கருத்திற்கு ஆதரவு இல்லை.

நுனியின் தனி செல் அடுக்கிலிருந்து புறத்தோல் தோன்றினாலும், நுனி ஆக்குத்திசுவிற்கும் உள் திசுக்களுக்கும் உள்ள திசுவியல் உறவு நிலையானதல்ல. மரபு வழியில் வாஸ்குலார்த் திசுவும் வாஸ்குலார் அல்லாத திசுவும் மிகவும் நெருங்கிய உறவுடையவை. எதிர்கால வாஸ்குலார்த் திசு ஆதாரத் திசுவில் வேறுபாடு அடையும் பொழுது இந்த உறவு முதன் முதலில் தெளிவாகிறது. இரண்டாவதாக விதைத் தாவரங்களில் வெளிவரும் இலை பிரைமார்டியத்தில் புரோகேம்பியம் தோன்றும் போது தெரிகிறது. வாஸ்குலார்த் திசுவிற்கும் வாஸ்குலார் அல்லாத திசுவிற்கும் உள்ள நெருங்கிய மரபியல் உறவு இலைப் பரப்புகளில் நரம்புகள் தோன்றும் போது இன்னும் தெளிவாகத் தெரிகிறது.

துவக்க நிலை வாஸ்குலார்க் கோலம் தாவரத்தின் குறிப்பிட்ட உறுப்பால் நிச்சயிக்கப்படுகிறது.

சிற்றிலைத் தாவரங்களில் ஒரு புரோகேம்பியக் கம்பம் (column) வேறுபாடு அடைகிறது. பேரிலைத் தாவரங்களில் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியின் அமைப்பையும், வேறுபாடு அடையும் முறையையும் இலை கட்டுப்படுத்துகிறது. புரோகேம்பியத்தின் நீள் போக்கு வளர்ச்சி குறிப்பிடத்தக்க மாறுபாடுகளைக் கொண்டது.

# 4. தண்டின் பிரைமரி ஸைலமும் பிரைமரி ஃப்ளோயமும்

## (Primary xylem and Primary Phloem in the Shoot)

### ஸைலம் ஃப்ளோயம் கூறுகளை அறிதல்
### (Recognition of Xylem and Phloem Elements)

தண்டில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதை ஆராயும் பொழுது மூன்று நிகழ்ச்சிகளை நாம் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். அவையாவன :

1. புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதல்.

2. சில புரோகேம்பிய செல்கள் ஸைலம் கூறுகளாக முதிர்ச்சி அடைதல்.

3. மற்ற சில புரோகேம்பிய செல்கள் ஃப்ளோயம் கூறுகளாக முதிர்ச்சி அடைதல்.

ஸைலம் ஃப்ளோயம் ஆகிய இரண்டைப் பொறுத்த வரையில் கடத்தும் கூறுகளைக் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட வாஸ்குலார்த் திசு இருக்கிறதா அல்லது இல்லையா என்று முடிவு செய்ய வேண்டும். டிரேகியக் கூறுகள் (டிரேகிட்டுகள் அல்லது வெசல்கள் Tracheids or Vessels) ஸைலத்திலும், சல்லடைக் கூறுகள் (சல்லடை செல்கள் அல்லது சல்லடைக் குழாய் அங்கங்கள்: (sieve cells or sieve tube members) ஃப்ளோயத்திலும் உள்ளன.

இளம் ஸைலத்தில் டிரேகியக் கூறுகள் பாரங்கைமாவுடன் சேர்ந்திருக்கும். இக் கூறுகளை அவற்றின் லிக்னினாலான (lignin) படிந்த இரண்டாம் உறைகளின் வெவ்வேறு அமைப்புகளைக்

(secondary wall) கொண்டு அறியலாம். இக் கூறுகள் முதிர்ந்தனவா இல்லையா என்பதை புரோட்டோபிளாசத்தின் நிலையைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்படலாம். இரண்டாம் உறை நன்கு தோன்றும் வரை டிரேகியக் கூறுகளில் புரோட்டோபிளாஸ் நூக்ளியஸுடனும் இருக்கும். அதன் பிறகு புரோட்டோபிளாஸ்ட் சிதைவுறும்.

ஃப்ளோயத்தின் கடத்தும் கூறுகளை அறிவது கடினம். ஏனெனில் அவற்றில் இரண்டாம் உறை இல்லை. ஆனால் அவற்றின் உறைகள் சுற்றிலுமுள்ள புரோகேம்பிய, பாரங்கைமா ஸெல்களை விட தடித்தவை; அதிக நிறத்தை ஏற்பவை. அவற்றில் புரோட்டோபிளாஸம் உள்ளது. ஆனால் அவைகள் நூக்ளியஸை இழந்து புதிய இயல்பைப் பெறுகின்றன. இத்தகைய புரோட்டோபிளாசத்தை குறைவாக நிறமேற்றி ஆராய்வது மிகவும் பயனுள்ளது. சல்லடைப் பரப்புகள் (sieve areas) பொதுவாக சிறியவை. இளம்சல்லடைக் கூறுகளில் அவை தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. ஆகவே இவற்றைக் காண கேலோசை (callose) நிறமேற்றியும் நுண்ணோக்கியின் அதிக பெருக்கத்திலும் (magnification) பார்க்க வேண்டும்.

ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் துணை ஸெல்களுடன் (companion cells) சேர்ந்திருப்பதைக் கொண்டு சல்லடைக் கூறுகளை இனங்கண்டறியலாம். ஆனால் துவக்க நிலை ஃப்ளோயத்தின் துணை ஸெல்கள் இல்லாதிருக்கலாம். இலைப் பரப்பில் பாரங்கைமா ஸெல்களுடன் சல்லடைக் கூறுகளுடன் இணைந்திருக்கும். மற்ற பாரங்கைமா ஸெல்களிலிருந்து துணை ஸெல்களை பிரித்து அறிவது கடினம்.

நீள் போக்கு வேறுபாடு அடைதலை உறுதி செய்ய பிரைமரி வாஸ்குலார்க் கூறுகளை அறிவது இன்றியமையாதது. தொடர் வெட்டுப் பகுதிகளை ஆராய்வது இக் கூறுகளுக்கும் இலை பிரைமார்டியத்திற்கும் உள்ள உறவை அறிய வேண்டும்.

ஸைலம் ஆராய்ச்சிகளில் தெளிவாக்கப்பட்ட திசுக்களைக் (cleared tissues) கொண்டு வேறுபாடு அடைதலின் நீள் வாக்குப் போக்கை அறியலாம் (டி ஸ்லோவர் De Sloover, 1958; ஜேகப்ஸ் & மாரோ Jacobs & Marrow, 1957).

குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியில் தெரியும் முதிர்ந்த தொகுப்பின் பல கூறுகள் துவக்க நிலையில் வேறுபாடு அடையும் லோகசுகளை (loci) காட்டுகின்றன (மில்லர் & வெட்மூர், Miller & Wetmore,

1946). இத்தகைய அளவு கோல் சரியானது அல்ல. ஒரு தனி உறுப்பு காரணமாக ஒரு பகுதியில் வாஸ்குலார்க் கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக கணுப் பகுதி சைலம் சில நேரங்களில் குட்டையான கூறுகளைக் கொண்டு பருக்கிறது. இலை இழுவையின் டிரேகியரிக் கூறுகள் இலை அடிப் பகுதியில் மிகவும் அதிகமாக இருக்கின்றன (ரூங்கல் Rouschal, 1940). வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதை நுணுக்கமாக ஆராயும் பொழுது கடத்தும் கூறுகள் தனி வளர்ச்சியின் பல நிலைகளில் அறியப்பட வேண்டும். ஓர் நீள் போக்கில் முதிர்ந்த, முதிராத கடத்தும் கூறுகள் அடுத்தடுத்து அமைந்து உள்ளன. ஆகவே வேறுபாடு அடைதல் தொடர்ச்சியானதா அல்லது தொடர்ச்சி அற்றதா என்று கூறுவது கடினம்.

ஜாகப்ஸ் & மாரோ (Jacobs & Morrow, 1957) ஆகியோர் இவெஸல் அங்கங்களை பின் வருமாறு வகைப்படுத்தினர்.

1. உட் பொருளும் பிரைமரி உறை மட்டும் உடையவை.
2. உட் பொருளும் செகண்டரி உறையும் உடையவை.
3. உட் பொருள் இல்லாமல் செகண்டரி உறை உடையவை.

ஃபுளோயத்தைப் பொறுத்த வரை நூக்ளியல் இருப்பதையும் இல்லாததையும் கொண்டு முதிராத-முதிர்ந்த கூறுகளைக் கண்டு கொள்ளலாம். இருந்தாலும் சல்லடைக் கூறுகளை நுண்ணோக்கியின் அதிக பெருக்கத்தில் ஆராய்வது நல்லது.

வேறுபாடு அடைதலின் தொடர்ச்சி பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் தொகுப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட இணைப்புகளை ஆராய்வது இன்றியமையாதது. தண்டின் மேல் மட்டங்களில் தொகுப்புகளுக்கு இடையே உள்ள இணைப்புகளை அறிய தொடர் வெட்டுப் பகுதிகளை ஆராய வேண்டும்.

## பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் தனி வளர்ச்சி இயல்புகள்

(Ontogenetic Characteristics of the first Vascular Tissues)

பிரைமரி வளர்ச்சியில் கணு இடைப் பகுதிகள் நீள்கின்ற தண்டு வகைகளில் முதல் ஃபுளோய, முதல் சைலக் கூறுகள் (தண்டு நீள்வது நிறைவு பெறுவதற்கு முன்னரே) முதிர்ச்சி அடைகின்றன. உயிரற்ற டிரேகியக் கூறுகளும், நூக்ளியஸ் அற்ற சல்லடைக் கூறு

களும் விரைவான நீட்சிக்கு ஏற்ப வரை இயலா. ஆகவே இக் கூறுகள் இழுக்கப்பட்டு நீளமாக்கப்படுகின்றன. இதன் காரண மாக பிரைமரி கடத்தும் கூறுகள் முழுவதும் அழிகின்றன. கடத்தும் வேலையை பின்னல் தோன்றும் கூறுகள் மேற் கொள் கின்றன.

நீட்சிக்குட்படுகின்ற பகுதியில் உள்ள டிரேகியக் கூறுகளுக்கு நீளக் கூடிய ஸெகண்டரி உறை உண்டு. அது வளையமாகவோ (annular) அல்லது சுருள் போலவோ (spiral) இருக்கும்.

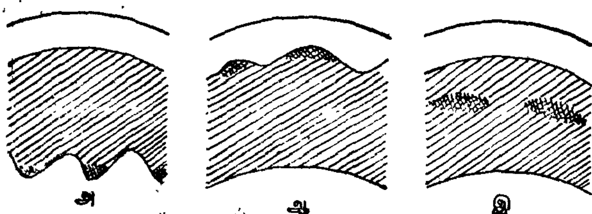
முன் தோன்றிய பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களுக்கும், பின் தோன்றிய பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களுக்கும் இடையே வேறு பாடு பொதுவாகக் குறைவு. தனி வளர்ச்சி ஆராய்ச்சிகளில் அவைகளைத் தனித் தனிப் பெயரில் அறிவதே நல்லது. முன் தோன்றியவாஸ்குலார்த் திசுக்களை புரோட்டோ ஸைலம் (proto-xylem) புரோட்டோஃப்ளோயம் (protophloem) என்றும், பின் தோன்றிய வாஸ்குலார்த் திசுக்களை மெட்டாஸைலம் (Metaxylcm) மெட்டாஃப்ளோயம் (Metaphloem) என்றும் அழைப்பது வழக்கம். ஆனல் நடைமுறையில் இந்தப் பெயர்கள் பல வகைகளில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

இரு வகை வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் மாறுபடும் இயல்பையும் இருப்பிட இயல்பையும் குறிப்பதற்கு இப்பெயர்கள் மிகவும் பயனுள்ளவை. புரோட்டோஃப்ளோயமும், புரோட்டோஸைல மும் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதலை துவக்குகின்றன. அவைகள் பிறகு தோன்றும் வாஸ்குலார்ச் ஸெல்களின் சுற்றுப்புறப் பகுதியில் அமைந்துள்ளன.

தண்டின் மையத்திற்கு தொலைவில் அமைந்துள்ள புரோட்டோ ஸைலம் எக்சார்க் (exarch) ஆகும். தண்டின் மையத்திற்கு அருகிலுள்ள புரோட்டோஸைலம் எண்டார்க் (endarch) ஆகும். தனி வளர்ச்சி, இன வளர்ச்சி முறைகளில் எக்சார்க், எண்டார்க் ஸைலத்தை அறிய ஸைலத்தின் இருப்பிட உறவு (positional relation) உதவுகிறது (படம் 4-1).

புரோட்டோஃப்ளோயத்தின் இருப்பிட உறவைக் கொண்டு வாஸ்குலார்ப் பகுதியின் எல்லையையும், பெரிசைக்கிள் கருத்தையும் அறியலாம்.

இயல்பாக நீளும் தண்டுகளில் புரோட்டோஃப்ளோயம், புரோட்டோ ஸைலம் ஆகியவற்றின் கடத்தும் கூறுகள் அழிகின்றன. ஆனல் பிரைமரி வாஸ்குலார்க் கூறுகள் முதிர்ச்சி அடைவதற்கும் நீள்வளர்ச்சிக்கும் உள்ள உறவு தாவரத்தின்




படம் 4-1.

புரோட்டோ ஸைலத்தின் வகைகள்

அ. எண்டார்க்; ஆ. எக்சார்க்; இ. மீஸார்க்.
வரிகள்: மெட்டாஸைலம் கட்டங்கள்: புரோட்டோஸைலம்

எல்லா பகுதிகளிலும் நிலையானதல்ல. தாவரத்திற்குத் தாவரம் இந்த உறவு மாறுபடக் கூடியது. இதைப் போலவே முதல் டிரேகியக் கூறுகளில் நீட்சியடையக் கூடிய செகண்டரி உறைகள் இருப்பதும் நிலையானதல்ல. எடுத்துக்காட்டாக நீட்சியடையாத கணுப் பகுதிகளில் நீட்சியடையாத ஏணி வடிவ (scalariform), பின்னல் (reticulate) வடிவ உறைகள்இருக்கும். தண்டு நீண்ட பிறகு வேறுபாடு அடையும் பல ஸைலம்கூறுகளில் நீட்சி அடையக் கூடிய உறைகள் இருக்கும். இவ்வாறாக உறை இயல்பை விவரித்தாலும், நீட்சி அடைவதற்கு முன்னர் முதிர்ச்சியைப் பற்றி விவரித்தாலும், 'புரோட்டோ ஸைலம்' என்ற சொல்லின் பொருள் குறைகிறது.

துவக்க நிலை வாஸ்குலார்த் திசுக்களே புரோட்டோ ஃப்புளோயமும் புரோட்டோ ஸைலமும் ஆகும். இவற்றின் நிலையைக் கொண்டு வாஸ்குலார் தொகுதியின் தன்மையை அறிகின்றோம். ஒரு தொகுதி (system) எண்டார்க்கா அல்லது எக்சார்க்கா என்பதை புரோட்டோ ஸைலம் காட்டுகிறது. ஒரு தொகுதி இலைகளுக்குத் தொடர்பாகத் தோன்றியதா அல்லது தனியாகத் தோன்றியதா என்பதை இரண்டு திசுக்களும் காட்டுகின்றன. இரு தொடக்க திசுக்களையும் தொடர்ந்து மெட்டா ஸைலமும்' மெட்டா ஃப்புளோயமும் தோன்றுகின்றன.

## ஸைலத்தின் செகண்டரி உறைகளும் தண்டின் நீட்சியும்

## (Secondary Walls in xylem and Elongation of Shoot)

நீட்சியடையும் தாவர உறுப்பிற்கும் அவ்வுறுப்பிலுள்ள பிரைமரி ஸைலத்தின் செகண்டரி உறைக்கும் உள்ள உறவை

பலர் ஆராய்ந்துள்ளனர். விரைவில் நீட்சியடையும் வேர்களான காற்று வேர்களிலும் (aerial roots), தளர்ச்சியான ஈர மண்ணில் வளரும் வேர்களிலும் புரோட்டோ ஸைலத்தில் வளையத் தடிப்பும் சுருள் வளையத் தடிப்பும் இருப்பதாக ஷெர்ரா (Scherer, 1904) கருதினார். மெதுவாக வளரும் வேர்களில் புரோட்டோ ஸைலத் தடிப்புகள் அதிகமானவை, நெருக்கமானவை. குட்வின் (Goodwin, 1942), ஸ்டாபோர்டு (Stafford, 1948) ஆகியோர் ஒளியைக் கட்டுப் படுத்தி புல் நாற்றின் ஸைலம் கூறுகளை மாற்றமடையச் செய்தனர். இருட்டில் நீட்சியடைந்த நாற்றுகளில் அதிக அளவு வளைய-சுருள் வளையத் தடிப்புகள் காணப்பட்டன. ஒளியில் வளர்ந்த நாற்றுகளில் பின்னல், குழியுற்ற (pitted) கூறுகள் தோன்றின.

கடலைச் செடியின் சூல் பைத் தண்டு (gynophore) விரைவாக வளரக் கூடியது. சூல் பைத் தண்டின் விரைவான வளர்ச்சிக்கும் பின்னல், குழியுற்ற தடிப்புகள் இல்லாததிற்கும் உறவு இருப்பதாக ஜேகப்ஸ் (Jacops, 1943) கண்டார். நீள்வது குறையும் போது உறுதியான நீட்சியடையாத உறை உண்டாகிறதா, அல்லது உறை உண்டாவதனால் நீள்வது நிற்கிறதா என்பது இன்னும் ஆராய்ச்சிக்குரியது.

இடை வளர்ச்சி (intercalary growth) மிகுதியாகவுள்ள தாவரங்களில் பிரைமரி ஸைலத்தின் வளர்ச்சியும் சிதைவும் குறிப்பிடத் தக்கவை. இதுபோல வெல்விட்சியா (welwitschia) தாவரத்தில் அடி ஆக்கத்திசு (basal meristem) பல ஆண்டுகள் செயல்பட்டு இலைத் திசுக்களை உண்டாக்கிய வண்ணம் இருக்கும். ஆக்கத் திசுவை ஊடுருவிச் செல்லும் சுருள் வளையத் தடிப்புள்ள கூறுகள் அழிகின்றன; புதியவை தோன்றுகின்றன. (ரோடின் Rodin, 1958) 'அழிவை ஈடு செய்யும் அளவிற்கு படைப்பு இருக்கிறதா?' என்ற கேள்வி எழலாம்.

முற்றிலும் மாறுபட்ட நிலையை சில ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் பக்கோல்ஸ் (Buchholz, 1920) கண்டார். எடுத்துக்காட்டாக டிரடெஸ்கான்ஷியாவில் (tradescantia) இடை வளர்ச்சியின் பொழுது பிரைமரி ஸைலம் அழிந்தவுடன் புதிய ஸைலம் தோன்றுவதில்லை. அவ்வாறு அழிந்த ஸைலத்தில் உண்டான குழிகள் (lacuna) தண்ணீரைக் கடத்துகின்றன.

## புரோட்டோஃப்புளோயமும் பெரிசைக்கிளும்

(Protophloem and Pericycle)

பிரைமரி ஃப்புளோயத்தில் கடத்தும் கூறுகள் அழிந்து படுவது நன்கறிந்த செய்தி. ஆனால் இதை காண்பது அவ்வளவு எளிதல்ல.

ஏனெனில் சல்லடைக் கூறுகளின் செல்கள் சிறியவை, சிறிது காலமே வேலை செய்பவை.

புரோட்டோஃப்புளோயத்தைக் கண்டறிவது கடினமாக இருப்பதால் பெரிசைக்கிள் என்ற இடத்தைப் பற்றிய தவறான கருத்துக்கள் மிகுந்துள்ளன. ஸ்டீல் கொள்கைப்படி ஸ்டீலின் ஆதாரத் திசுவின் ஒரு பகுதியே பெரிசைக்கிள். கூம்புடையத் தாவரங்களிலும் இரு வித்திலைத் தாவரங்களிலும் வாஸ்குலார் உருளையின் வெளிச் சுற்றில் அமைந்த திசுவின் ஒரு பகுதியே ஃப்புளோயம் ஆகும். பல இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் முதல் சல்லடைக் குழாய்களுடன் சேர்ந்த செல்கள் நார்களாக (fibres) வேறுபாடு அடைகின்றன. இவையே புரோட்டோஃப்புளோய நார்கள் எனப்படும்.

## நீள்வாட்டுத் திசையில் வேறுபாடு அடைதல்
## (Longitudinal Course of Differentiation)

டீ ஸ்லோவர் (De Sloover, 1958) என்பார் கோலியஸ் புளூமீ (Coleus blumei) தாவர தண்டுகளில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதை ஆராய்ந்தார். இத் தாவரம் குறுக்கு மறுக்கு (Decussate) இலை அமைப்பு கொண்டது (படம் 4-2). இதில் காணப்படும் பொது இயல்புகளாவன :

1. இலை இழுவையில் சைலத்திற்கு முன்னதாக ஃப்புளோயம் தோன்றுதல்.

2. தண்டிலிருந்து இலை நோக்கி (நுனி நோக்கி) ஃப்புளோயம் வேறுபாடு அடைதல்.

3. இலை அடியில் சைலம் தோன்றி இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடைதல்.

பல வகை விதைத் தாவரங்களில் இந்நிலை காணப்படுகிறது. சைலம் இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடைவதுடன் கூட நுனி நோக்கியும் வேறுபாடு அடைவது ஒருசில தாவரங்களில் நடைபெறுகிறது.

ஜேகப்ஸ், மாரோ (Jacobs & Morrow, 1957, 1958) ஆகியோர் கோலியஸ் புளூமீ தாவரத்தில், இலையின் நீளத்திற்கும் சைலம், ஃப்புளோயம் துவக்க நிலை வேறுபாடு அடைதலுக்கும் உள்ள உறவினை விளக்குகிறார்கள். இது மிகவும் பயனுள்ள ஆராய்ச்சி

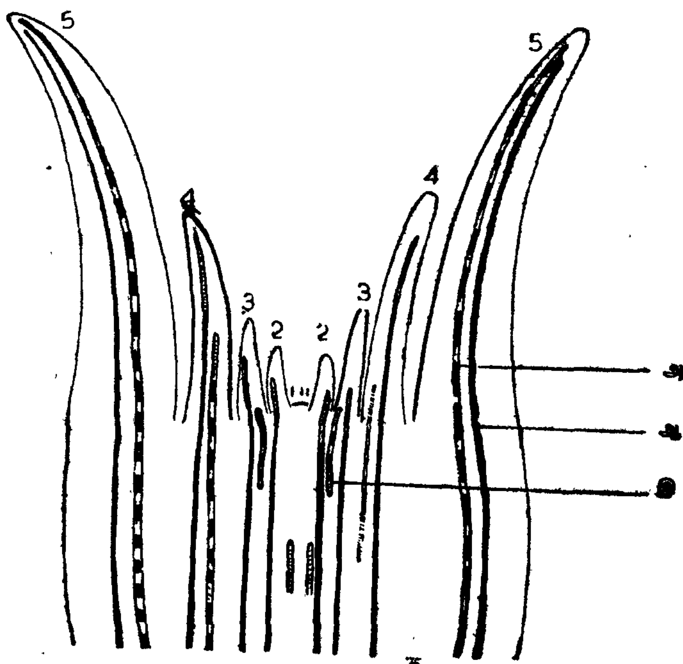
யாகும். இவ்வாறு உயிர்ச்சிக்குத் தேவையான தாவரங்கள் உறுப்பு இனப்பெருக்கம் (vegetative reproduction) மூலம் பெருக்கப்பட்டு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சீரான சூழ்நிலைகளில் வளர்க்கப்பட்டன. இலையின் நீளத்திற்கும் ஸைலம், ஃப்புளோயம் வளர்ச்சியில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இலை 400-500 மைக்ரான்கள் நீளம் இருக்கும் போது முதல் சல்லடைக் கூறுகள் வேறுபாடு அடைகின்றன. இலைகள் நீள்வதற்கு ஏற்ப சல்லடைக் கூறுகளும் விரைவாக வேறுபாடு அடைகின்றன. சல்லடைக் கூறுகளுக்கும் இலை நுனிக்கும் உள்ள தூரம் 142 மைக்ரான்கள். இலை பல ஆயிரம் மைக்ரான்கள் நீளம் வளர்ந்த போதும் இந்த தூரம் (142 மைக்ரான்கள்) மாறுவதில்லை.

இலை 1300 மைக்ரான்கள் நீளம் இருக்கும் போது ஸைலம் வேறுபாடு அடையத் துவங்குகிறது. ஸைலம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடையும் பொழுது செகண்டரி உறையுடைய ஸைலக் கூறுகள் இலை நுனியிலிருந்து 700 மைக்ரான்கள் கீழே இருக்கின்றன. இத் தூரம் நிலையானது—கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையும் ஸைலம் தண்டின் முதிர்ந்த ஸைலத்துடன் இணையும் வரை.

இந்த நேரத்தில் இலையின் நீளம் இரட்டிக்கிறது. (3000 மைக்ரான்கள்). ஸைலம் விரைவாக வளர்ந்து ஃப்புளோயத்தையும் மிஞ்சுகிறது. இப்போது ஸைலத்திற்கும் இலை நுனிக்கும் உள்ள தூரம் 100 மைக்ரான்கள்.

ஜேகப்ஸ், மாரோ (Jacobs & Morrow, 1957) ஆகியோர் இரவில் சேகரித்த தாவரத்தில் இதுவரையில் விவரிக்கப்படாத புதிய இடத்தில் ஸைலம் துவங்குவதைக் கண்டனர். ஸைலம் தோன்ற இருக்கின்ற இலைக்கு கீழ் உள்ள கணுவினுள் (தண்டினுள்) இந்த இடம் அமைந்து உள்ளது. இவ்வாறாக இலையில் தோன்றுவதற்கு முன் ஸைலம் தண்டில் தோன்றுகிறது. ஸைலம் தோன்றும் இரண்டும் இடங்களும் புரோகேம்பியப் பகுதியில் ஸைலக் கூறுகள் வேறுபாடு அடைவதால் இணைக்கப்படுகின்றன. இதற்கிடையில் மூன்றாவது இலை இழுவையின் அடிப்பகுதியில் ஸைலம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து வருகிறது. இலை இழுவையின் மேல்-கீழ் பகுதிகள் ஸைலம் மூலம் இணைக்கப்படும் பொழுது இலை 3 தொடர்ச்சியான ஸைலத்தைப் பெறுகிறது. இது இலை 4 ஆக மாறுகிறது. ஏனெனில் தண்டு நுனியில் ஒரு ஜோடி புதிய பிரைமார்டியா தோன்றுகின்றன. ஒரே இலையின்

இரண்டு இழுவைகளில் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவதின் கோலம் சிறிது மாறுபட்டுள்ளது. ஒரு இழுவையில் தனித்த லோகசுகள்




படம் 4-2.

குறுக்கு பறுக்கு இலை அமைப்பு உள்ள இரு வித்திலைத் தாவரத் தண்டில் முதல் ஃபுளோயம் முதல் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவதை விளக்கும் படம்

இலை ஜோடிகள் எண்ணால் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

அ. டிரேகியரிக் கூறுகள், ஆ. சல்லடைக் கூறுகள்; இ. முதிராத சாற்றுக் குழாய்க் கூறுகள்.

இருந்தன. மற்றொரு இழுவையில் ஸைலம் கீழ்க் கணுவின் லோகசிலிருந்து நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தது. ஒரு ஜோடி இலைகளின் இழுவைகள் வேறுபட்ட விரைவில் ஸைலத்தைத் தோற்றுவித்தன.

ஸைலம் வேறுபாடு அடைதலின் கோலம் ஓரிடத்தில் ஆக்சினின் (auxin) செறிவு அதிகரித்தலைப் பொறுத்தது என்பது ஜேகப்ஸ், மாரோ (Jacobs & Morrow, 1957) ஆகியோரது கருத்து.

## நீள்வாட்டுத் திசையில் வேறுபாடு அடைதல்—ஒப்பீடுகள்

(Longitudinal course of Differentiation—Comparisons)

பிரைமரி ஸைலமும் பிரைமரி ஃபுளோயமும்

கோலியசில் (Coleus) வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றும் போது கீழ்க் கண்ட நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன.

1. புரோகேம்பிய வேறுபாடு அடைவதைத் தொடர்ந்து ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைதல்.

2. இலைகளைப் பொறுத்து ஸைலம் உண்டாகுதல்.

இத்தகைய நிகழ்ச்சிகள் பல இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

அனகாலிஸ் (Anagallis), லிகஸ்டிரம் (Ligustrum) (டி ஸ்லோவர், (De Sloover, 1955).

ஹீலியாந்தஸ் (Helianthus), சம்புகஸ் (Sambucus) (ஈசா, Esau, 1943).

சாந்தியம் (Xanthium) (மக் ககான் Mc Gahan, 1955).

லினம் (linum) (ஈசா Esau, 1943; ஜிரோலமி Girolami, 1953).

பிளாக்ஸ் (phlox) மில்லர் & வெட்மூர் (Miller & Wetmore, 1946).

சாந்தியம் சைனன்சிஸ் (Xanthium chinensis) தண்டின் நுனி இரண்டு டூனிக்கா (tunica) அடுக்குகளையும் கார்ப்பசையும் (corpus) கொண்டுள்ளது. இலை பிரைமார்டியம் தோன்றிய பிறகு, இளம் இலைக்குக் கீழ் கார்ப்பசில் புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது. முதிர்ந்த இலை இழுவைகளின் நுனி நோக்கிய தொடர்ச்சியாக புரோகேம்பியம் உண்டாகிறது. ஒரு தொகுப்பில் ஃபுளோயம் முதிர்ந்த பிறகு இலை பொருந்தியிருக்கும் புள்ளிக்கும் சற்று கீழே ஸைலம் உண்டாகிறது. ஸைலம் இளம் முனை வரை நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. பிறகு கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து முதிர்ந்த இலை இழுவை ஸைலத்துடன் இணைகிறது. இலை நடு இழுவை வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் இலை பக்க இழுவை வாஸ்குலார்த்

திசுக்களைவிட முன்னதாக வேறுபாடு அடைகின்றன. சீரான ஒத்தசூழ்நிலையில் வாழும் தாவரங்களில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதின் வேகம் நிலையாக உள்ளது.

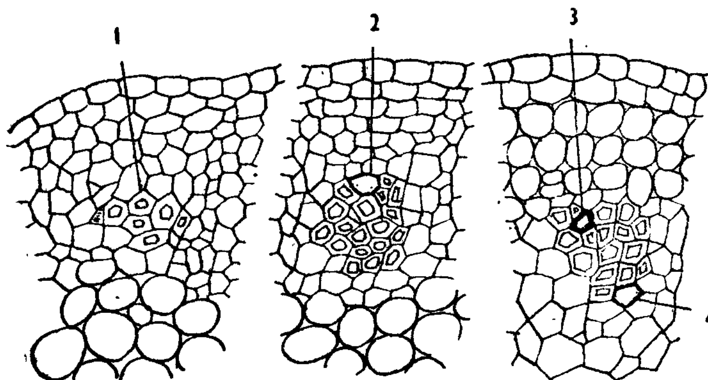
லைனம் பெரினி (linum perenne) தண்டில் (ஈசா Esau, 1942) பித் வேறுபாடு அடைவது வெளிச் சுற்று ஆக்குத்திசுவால் கணியிடப்படுகிறது. இதனுள் ஒரு இழை வடிவில் புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது. இலை பிரைமார்டியா தோன்றும் இடங்களுக்குக் கீழே புரோகேம்பிய பிரிதல்கள் நடைபெறுகின்றன. இலையும் அதன் புரோகேம்பியமும் நுனி ஆக்குத்திசுவிற்குக் கீழே தோன்றுகின்றன. நுனி ஆக்குத்திசுவிற்கும் புரோகேம்பியத்திற்கும் இடையே தெளிவான ஆக்குத்திசுப் பகுதி இல்லை. இவ்விடத்தை ஆக்குத்திசு வளையம் என்று ஹெல்ம் (Helm, 1931) அழைத்தார். இதையே புரோடெஸ்மோஜன் (prodesmogen) என்று லூயிஸ் (Louis, 1935) அழைத்தார். முதிர்ந்த இலை இழுவை ஃப்புளோயம் தொடர்பாக புரோகேம்பிய இழைகள் வேறுபாடு அடைவது (தண்டிலிருந்து வளரும் இலைகளுக்கு) நுனி நோக்கிய முறையில் உள்ளது. இந்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து ஒரு புதிய கருத்து வெளிப்படுகிறது. தண்டினுள் புரேகேம்பியம் ஒரு தொடர்ச்சியான தொகுதியாக வேறுபாடு அடைகிறது—தனித் தனியாகத் தோன்றி பிறகு இணையும் பிரைமரி ஸைலத்தைப் போல் இல்லை.

வேறுபாடு அடைதலின் துவக்க நிலைகளில் புரோகேம்பிய இழைகள் சுற்றிலுமுள்ள ஆக்குத்திசு ஸெல்களிலிருந்து தெளிவாக பிரிக்கப்படவில்லை. இரண்டிற்கும் இடையே வேறுபாடு படிப்படியாகவே புலனாகிறது. சிறிது காலத்திற்கு வெளிச் சுற்றில் புதிய ஸெல்கள் சேர்வதால் புரோகேம்பிய இழைகள் அளவில் பெருகுகின்றன. பிரைமரி வாஸ்குலார்க் கூறுகள் வேறுபாடு அடைந்த பிறகும் புரோகேம்பிய இழைக்குள் ஸெல் பிரிதல் தொடர்ந்து நடைபெறலாம்.

இலை இழுவை புரோகேம்பியத்தின் சல்லடைக் குழாய்க் கூறு முதலில் முதிர்ச்சி அடைகிறத. இதன் பிறகு முதல் ஸைலக் கூறு முதிர்ச்சி அடைகிறது (படம் 4-3).

லைனம் யுசிட்டாடிசிமம் (Linum usitatissimum): தாவரத்தில் பிரைமரி வாஸ்குலார் அமைப்பு வலைப்பின்னல் தோற்றமுடையது. பிரைமரி ஸெகண்டரி இலை அமைப்பு முறை வரிசைகளில் (phyllotactic series) காணப்படும் வேறுபாடுகள் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பில் காணப்படும் வேறுபாடுகளுடன் தொடர்

புடையது. இத்தகைய வேறுபாடுகள் இலை இழுவையின் நீளத்திலும், அரை இலை இழுவையின் நீளத்திலும் (half leaf trace) இலை இழுவைகளின் உறவுகளிலும் காணப்படுகின்றன.




படம் 4-3.

லைனம் பெரினி (Linum perenne) தண்டின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகள். புரோகேம்பிய வளர்ச்சியைக் காட்டும் அடுத்தடுத்துள்ள நிலைகள்

1 புரோகேம்பியம்; 2. முதிராத சல்லடைக் குழாய்; 3. சல்லடைக் குழாய்; 4. முதிராத ஸைலம்.

அதிக இலை அமைப்பு முறை பின்னம் (phyllotactic fraction) உடைய தண்டுகளில் அதிக எண்ணிக்கையில் தொகுப்புகள் (bundles) உள்ளன. குறைவான இலை அமைப்பு முறை பின்னம் உடைய தண்டுகளில் குறைந்த எண்ணிக்கையில் தொகுப்புகள் உள்ளன. இலையில் முதல் ஸைலம் தோன்றுவதற்கும் முதல் ஃபுளோயம் தோன்றுவதற்கும் இடைப்பட்ட பிளாஸ்டோகுரோன் வேறுபாடு அதிக இலை அமைப்பு முறை பின்னம் உடைய தண்டுகளில் அதிகம்; குறைவான இலை அமைப்பு முறை பின்னம் உடைய தண்டுகளில் குறைவு (Girolami, 1953). ஜெனிடிக் திருகின் (genetic spiral) திசைக்கும், நீளமான அரை இழுவைக்கும் (half trace) பாராஸ்டிக்குகளுக்கும் பல வகையான இலை அமைப்பு முறைகளில் நிலையான தொடர்பு இல்லை.

ஒருசில தாவரங்களில் எது மாறுபட்டாலும், முன்னர் கூறிய பொது வழிகளில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவது நடைபெறுகிறது. அத்தகைய மாறுபாடுகளில் சில பின்வருமாறு,

1. தண்டில் ஸைலத்தின் இரண்டார்வது லோகஸ் இருப்பது Jacobs & Morrow, 1957).

2. நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடையும் சைலம் துவக்க நிலையில் முதிர்ந்த இழுவையுடன் இணைக்கப்படுவது (கோலியஸ் (coleus) அனகாலிஸ் (Anagallis : De Sloover, 1958).

3. இலை நுனி அருகில் சைலத்தின் இரண்டாம் லோகஸ் தோன்றுவது (லைகஸ்டிரம்).

4. சைலம் ஃபுளோயம் கூறுகளுக்கிடையே சில கூறுகள் இங்குமங்குமாக வேறுபாடு அடைவது. அதாவது முதிர்ந்த கூறுகளுக்கு இடையே முதிராத கூறுகள் இருப்பது.

ஜிம்னோஸ்பெர்ம், ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் முதல் சைலம் முதல் ஃபுளோயம் கூறுகளின் வேறுபாடு அடையும் முறைகள் ஒத்தமைகின்றன. (ஏபீஸ் (Abies), பார்கி (Parke, 1963; சூடோத்ஸுகா (Pseudotsuga) & செக்கொயா (Sequoia), ஸ்டர்லிங் (Sterling, 1946, 1947;) டாக்ஸஸ் (Taxus), டி ஸ்லோவர் (De Sloover, 1958; பைனஸ் (Pinus), சாக்கர் Sacher, 1947; ஜிங்கோ (ginkgo), குங்கல் & வெட்மூர் (Gunckel &Wetmore, 1946).

டெரிடோபைட்டுகளில் நடைபெற்ற வாஸ்குலார்த் திசு ஆராய்ச்சிகள் குறைவு. லைகோபோடியம் (Lycopodium) செலாஜினல்லா (Selaginella) போன்ற தாவரங்களில் புரோகேம்பிய கம்பத்தில் (column) சைலமும் ஃபுளோயமும் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன.

ஈக்குசிட்டம் (Equisetum) கணுக்களில் சைலமும் ஃபுளோயமும் தனித் தனி லோகசுகளில் தோன்றுகின்றன. அவை இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடைந்து மேல் நோக்கிச் சென்று இலைகளையும் கீழ் நோக்கிச் சென்று கணு இடைப் பகுதியையும் அடைகின்றன (கோலப் & வெட்மூர், (Golub & Wetmore, 1948). பிளாஸ்டோகுரோன் காலப்படி நுனியிலிருந்து 3, 4 கணுக்களில் முதல் ஃபுளோயம் முதிர்ச்சி அடைகின்றது; புரோட்டோ சைலம் 4 முதல் 7-வது கணு வரை முதிர்ச்சியடைகிறது.

பெரணிகளில் சைலம், ஃபுளோயம் ஆகிய இரு திசுக்களும் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைவதாக சிலர் தெரிவிக்கின்றனர். இதில் ஃபுளோயம் கிட்டதட்ட தண்டு நுனி வரை முதிர்ச்சி அடைகிறது (ஈசா, Esau, 1954). ஆஸ்முண்டா (Osmunda) தாவரத்தில் புரோட்டோ சைலம் இலை இழுவைகளில் தோன்றுவதாக ஐயோசா (Iossa, 1914) தெரிவித்தார்.

## பிற்பட்ட ஸைலமும் பிற்பட்ட ஃப்ளோயமும்
(Later Xylem and Phloem)

நீள்வாட்டுத் திசையில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் புரோட்டோ ஸைலமும் புரோட்டோ ஃப்ளோயமும் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளன. ஆனால் இத் திசுக்களின் தொடக்கக் கூறுகளைப் பற்றி குறைவாகவே அறியப்பட்டுள்ளது. லைனம் (Linum) (ஈசா Esau, 1943); கோலியஸ் (Coleus) டி ஸ்லோவர், (De Sloover, 1958; ஜேகப்ஸ் & மாரோ Jacobs & Morrow, 1957); லிகஸ்டிரம் & டாக்சஸ் (ligustrum & taxus) (டி ஸ்லோவர், De Sloover, 1958) ஆகிய தாவரங்களில் நீள் வாட்டு அடுக்குகளில் தொடர்பற்ற ஸைலத்தின் தோற்றமும், அது இரு திசையில் வேறுபாடு அடைவதும் காணப்படுகிறது.
முதன் முதலில் தோன்றியதைத் தொடர்ந்து தோன்றும் கூறுகளை மெட்டா ஸைலம் (metaxylem) என்று டி ஸ்லோவர் (De Sloover, 1958) அழைத்தார்.

ஃப்ளோயம் வேறுபாடு அடைதலை விவரிக்கும் பொழுது இரு முனைகளிலும் முதிராத கூறுகளைக் கொண்ட சில சல்லடைக் குழாய்களைக் கண்டார். இவை இலை இழுவைகளில் ஸைலம் வேறுபாடு அடையும் இடங்களுக்கு அருகில் காணப்பட்டன. இவற்றை மெட்டா ஃப்ளோயம் (metaphloem) என்று டி ஸ்லோவர் (De Sloover, 1958) அழைத்தார். இவைகள் தனித்திருப்பது மெட்டா ஃப்ளோயம் இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடையக் கூடியது என்பதைக் காட்டுகிறது.

முன்பு கூறியவாறு மெட்டா திசுக்களை (மெட்டா ஸைலம், மெட்டா ஃப்ளோயம்) புரோட்டோ திசுக்களிலிருந்து (புரோட்டோ ஸைலம், புரோட்டோ ஃப்ளோயம்) வரையறுத்துப் பிரிப்பது எளிதல்ல. இவைகளுக்குள்ள வேறுபாட்டை அறிய வேண்டுமானால்

1. பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவது தொடக்கத்திலிருந்து குறுக்கு வளர்ச்சி வரை நன்கு அறியப்பட வேண்டும்.

2. குறுக்கு வளர்ச்சி இல்லாத தாவரங்களில் பிரைமரி நிலை வளர்ச்சி முடியும் வரை அறியப்பட வேண்டும்.

3. தாவரத்தின் முதல் நீட்சியும் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதும் அறியப்பட வேண்டும்,

ஆனால் டி ஸ்லோவர் (De Sloover, 1958) ஆராய்ந்த தாவரங்களில் இச் செய்திகள் அறியப்படவில்லை. ஆகவே அவரது ஆராய்ச்சி மெட்டா ஸைலம் மெட்டா ஃப்ளோயம் பொறுத்த வரை கேள்விக் குறியாகவே உள்ளது. அவர் குறிப்பிட்ட ஃப்ளோயம் இரு திசைகளில் வேறுபாடு அடைவது கணுக்களில் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் அதிகரிப்பதால் இருக்கலாம். ஒரு சாற்றுக் குழாய்த் தொகுப்பு மேலோ கீழோ இருப்பதைவிட இலை அடியில் இரண்டு பங்கு பெரிதாக இருக்கும் (ரோஸ்கள், Rouschal, 1940).

விதைத் தாவரங்களில் தண்டு முனைக்குக் கீழே காணப்படும். முதல் புரோகேம்பியம் இலை இழுவை புரோகேம்பியம் ஆகும். இதே போல் தண்டு நுனிக்குக் கீழே காணப்படும் பிரைமரி ஸைலமும், பிரைமரி ஃப்ளோயமும் இலை இழுவையைச் சார்ந்தவை. பிறகு நுனியில் அதிக இலைகள் தோன்றும் போது இளம் கணுவும் கணு இடைப் பகுதியும் முதிர்ந்த பிளாஸ்டோ குரோனிற்கு உட்படுகின்றன. அதன் இலை இழுவை தொகுப்புகளில் சில இலை இழுவை சிம்போடியத்தைச் சார்ந்தவை.

இவ்வாறாக சிம்போடியத் தொகுப்புகள் (simpodial buadles) இலை இழுவைக்குப் பிறகு தோன்றுகின்றன. தண்டின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்து வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளின் அமைப்பு இருப்பதால் இலை இழுவைகளும், இலை இழுவை சிம்போடியாவும் அமைப்பில் வேறுபடுகின்றன. இவ் வேறுபாட்டை விளக்க போதிய செய்திகள் இல்லை.

தண்டில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு தொடக்கம் வேறுபாடு அடைவதை இலையில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதோடும் தண்டின் கீழ்ப் பகுதிகளில் ஏற்படும் வளர்ச்சி மாற்றங்களோடும் தொடர்பு படுத்தும் ஆராய்ச்சிகள் இது வரை செய்யப்படவில்லை.

ஒரு கணு இடைப் பகுதியின் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கிடையே காணப்படும் வேறுபாடுகளில் ஒன்று புரோட்டோ ஸைலம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவதுடன் தொடர்புடையது. ஒரு லோகசில் பல வரிசைகளில் ஸைலம் அடுத்தடுத்து தோன்றுகின்றது. அவை தண்டினுள் கீழ் நோக்கி ஒன்றையொன்று தொடர்கின்றன. இதன் காரணமாக இளம் இலை இழுவையில் அதிக அளவு புரோட்டோ ஸைலம் இருக்கிறது.

இதற்கிடையில் தண்டின் கீழ்ப் பகுதி அடுத்தடுத்த வளர்ச்சி நிலைகளை அடைகிறது. ஸைலத்தைப் பொறுத்த வரை புரோட்டோ

சைலம், மெட்டா சைலம், செகண்டரி சைலம் (குறுக்கு வளர்ச்சி இருக்குமானால்) என்று பல நிலைகளை அடைகிறது. தண்டின் எந்த ஒரு மட்டத்திலும் சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்கள் எல்லாம் வளர்ச்சியின் ஒரே நிலையிலிருக்கும். ஆகவே கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையும் புரோட்டோ சைலம், மெட்டா சைலம் தோன்றுவதற்கு முன் ஒரு இடத்தை அடையாவிட்டால் இலை இழுவையில் மெட்டா சைலம் மட்டுமே இருக்கும்; புரோட்டோ சைலம் இருக்காது. அநேகமாக இந்த மட்டத்தில் சிம்போடியத்தின் ஒரு பகுதியாக இழுவை இருக்கும். இவ்வாறாக தண்டிலுள்ள தொகுப்புகள் சைலத்தின் அளவிலும், புரோட்டோ சைல—புரோட்டோ ஃப்ளோய அளவிலும் மாறுபடுகின்றன.

நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைவது காரணமாக ஃப்ளோயம் வளர்ச்சி முறையில் மாறுபடுகிறது. முதிர்ந்த நிலையில் சைலமும் ஃப்ளோயமும் தொகுப்புகளாக இணைந்து இருந்த போதிலும், இலை இழுவை தோன்றும் நிலையில் ஃப்ளோயம் மட்டுமே உள்ளது.

சைலத்துடன் ஃப்ளோயம் இணைவது சைலம் தோன்றுமிடத்திலிருந்து இலைத் தொகுப்பில் மேல் நோக்கியும், இலை இழுவையில் கீழ் நோக்கியும் நடைபெறுகிறது, முன்பு கூறிய புரோட்டோ சைல—புரோட்டோ ஃப்ளோய உறவு காரணமாக கீழ்ப் பகுதியில் ஒரு இழுவையின் முதல் ஃப்ளோயம், புரோட்டோ சைலத்திற்கு பதில் மெட்டா சைலத்துடன் இணைந்து இருக்கலாம்; அல்லது செகண்டரி சைலத்துடன் இணைந்து இருக்கலாம். இவ்வாறாக கீழ் மட்டங்களில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளில் வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் பல வகை தனி வளர்ச்சி சேர்க்கைகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன ;

1. புரோட்டோ சைலம், மெட்டா சைலம், மெட்டா ஃப்ளோயம், புரோட்டோ ஃப்ளோயம் உடைய தொகுப்புகள் —அருகிலுள்ள இலைகளுக்கு இலை இழுவைகள்.

2. குறைந்த அளவு புரோட்டோ சைலம் உடைய தொகுப்புகள்

—மேல் இலைகளுக்கு இழுவைகள் அல்லது இழுவை சிம்போடியா.

3. மெட்டா சைலம், முதல் ஃப்ளோயம் (புரோட்டோ ஃப்ளோயம் இருக்கலாம்/இல்லாமலும் இருக்கலாம்). உடைய தொகுப்புகள்.

4. முதல் ஃபுளோயம்மட்டும் உள்ள தொகுப்புகள் பிறகு இந்த பிரைமரி ஃபுளோயம் செகண்டரி சைலத்துடன் இணைகிறது.

லிகோபெர்சிகன் (licopersicon), பெலார்கோணியம் (pelargonium) ஆகிய தாவரங்களில் இணைந்த பிரைமரி சைலத்திற்கும் (associated primary xylem) அப்பால் ஃபுளோயம் பரவுவதால் மேலும் சிக்கல் ஏற்படுகிறது. (Thompson & Heimsch, 1964). சைலம் இல்லாது ஃபுளோயம் மட்டும் இருந்தால் வாஸ்குலார்த் தொகுப்பின் அமைப்பு முறை பற்றி தவறான கருத்துக்கள் தோன்றலாம். எடுத்துக்காட்டாக லூபினஸ் (Lupinus) தண்டில் தொகுப்பு இடைவெளி ஃபுளோயம் (intcrfacicular phloem) இருப்பதாக பால் (Ball, 1942) தெரிவித்தார். இதை நன்கு ஆராய்ந்து ஓ' நில் (O' Neill, 1961) இதை இலை இழுவை ஃபுளோயம் என்று அறிவித்தார். இதைப் போலவே ரீஷ் (Resch, 1959) விவரித்த கூடுதல் தொகுப்புகளும் (additional bundles) ஃபுளோயத் தொகுப்புகளும், தொகுப்பு இடைவெளி சல்லடைக் குழாய்களும் ஆராய்ச்சிக்குரியவை.

ஆகவே வாஸ்குலார்த் தொகுதியை விளக்கும் போது இலைகளுக்கும் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதிக்கும் உள்ள உறவு பல மட்டங்களிலும், இலை இழுவைகளின் அடிப்படையில் நன்கு அறியப்பட வேண்டும்.

## தொடர்ச்சியற்ற சைலம்
(Discontinuous xylem)

கோலியசில் (coleus) இளம் இலையின் சைலம் பழைய சைலத்துடன் ஒரு பிளாஸ்டோகிரோனுக்குள் இணைக்கப்பட்டுள்ளது (ஜேகப்ஸ் & மாரோ Jacobs & Morrow, 1957). இவ்வாறாக ஓரே ஒரு ஜோடி இலைகள் மட்டும் தொடர்ச்சியற்ற சைலத்தைக் கொண்டுள்ளன. 10 இலைகளைக் கொண்ட இளம் ஹெலியாந்தஸ் (Helianthus) தாவரத்தில் நான்கு இலைகளில் சிறிதளவு சைலம் இருந்தது. இந்த நான்கில் இரண்டு இலைகளில் சைலம் தொடர்ச்சியற்று இருந்தது (ஈசா, Esau, 1945). லினம் பெரினே (linum perenne) வரவர இலையில் சைலம் தோன்றுவதற்கும், தண்டில் முதிர்ந்த சைலத்துடன் தோன்றிய சைலம் இணைவதற்கும் இடையே ஆறு பிளாஸ்டோகுரோன்கள் உள்ளன (ஈசா Esau, 1943).

லூபினஸ் தாவரம் வளரும் பொழுது தொடர்ச்சியற்ற சைலம் உடைய இலைகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தது. 60 நாள் வயதுடைய் தாவரத்தில், அத்தகைய இலைகளின் எண்ணிக்கை

15 ஆகும் (ஓ' நீல், O' Neil, 1961). இத்தகைய மாற்றம் காரணமாக இளம் ஸைலத்திற்கும் பழைய ஸைலத்திற்கும் உள்ள இணைப்பில் மாறுபாடு உண்டாகியது. முன் தோன்றிய இலை இழுவை ஸைலம் பிரைமரி ஸைலத்துடன் இணைந்தது. ஆனால் பின் தோன்றிய இலை இழுவை ஸைலம் ஸெகண்டரி ஸைலத்துடன் இணைந்தது.

தொடர்ச்சியற்ற ஸைலம் ஒன்று அல்லது இரண்டு வரிசை ஸெல்களில் மட்டும் காணப்படுவதல்ல; இலைப் பரப்பில் அதிக அளவு ஸைலத்துடன் சேர்ந்து இருக்கலாம்.

கோலியிஸ் (coleus) இலையில் தொடர்ச்சியற்ற ஸைலம் சிக்கலானது (ஜேகப்ஸ் & மாரோ Jacobs & Morrow, 1957). மேலும் இலை விரைவாக நீள்கிறது. இத்தகைய நிலையில புரோகேம்பியமும் ஃப்ளோயமும் உணவுகளைக் கடத்துவதில் பங்கு கொள்கின்றன.

## இலை அமைப்பின் தொடர்புகள்
## (Relations to Phyllotaxis)

இலை அமைப்பிற்கும் சாற்றுக் குழாய் வேறுபாடு அடைவதற்கும் இடையே உள்ள ஒழுங்கு முறையைப் பற்றி திரட்டப்பட்ட தகவல்கள் குறைவாகவே உள்ளன. கிடைத்த விபரங்கள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

லினம் பெரிணி தண்டுகளில் வாள்குலாத் திசு
தோன்றுவதின் தொடக்க நிலைகள்

| தொடுபாராஸ்டிக்குகள் Contact Parastichies | இலை இழுவை இணைப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட பிளாஸ்டோகுரோன இடைவெளிகள் | தண்டு நுனியின் ஒரு மி.மி. (mm) பகுதியில உள்ள கணுக்களின் எண்ணிக்கை | இலை தோன்றுவதற்கும இலை அல்லது இலை இழுவை முதிர்வதறகும் உள்ள பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி. | | முதிர்ந்த சல்லடைககுழாய் உடைய முதல் இலையின் நீளம் (மைக்ரானில்) (1மைக்ரான் 1/000 மிமி) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ஃப்ளோயம் | ஸைலம் | |
| 3+5 | 8 | 36 | 15 | 22 | 340 |
| 3+5 | 8 | 40 | 15 | 21 | 294 |
| 5+8 | 13 | 64 | 25 | 39 | 273 |
| 5+8 | 13 | 56 | 25 | 39 | 301 |
| 5+8 | 13 | 64 | 32 | 48 | 280 |

பிரீஸ்டிலியும் (Priestley, 1937) அவரது இணை ஆராய்ச்சியாளர்களும் கூறும் விளக்கத்தைக் கொண்டு இவ்வட்டவணையை ஆராய்வோம்.

3 + 5 தண்டுகளில் வாஸ்குலார்க் கூறுகள் இல்லை. —சுமார் 2 × 8 (2 × தொடு பாராஸ்டிக்குகளின் கூட்டு எண்ணிக்கை) பிளாஸ்டோகுரோன் வரை. அடுத்த 1 × 8 பிளாஸ்டோகுரோன் வரை ஃபுளோயக் கூறுகள் மட்டும் உள்ளன. சைல, ஃபுளோயக் கூறுகள் 3 × 8 பிளாஸ்டோகுரோன்கள் வரை உள்ளன. 5 + 8 தண்டுகளில் இவற்றிற்கு ஏற்ப பிளாஸ்டோ குரோன்களின் எண்ணிக்கை 2 × 13, 1 × 13, 3 × 13. இவ்வாறாக வளர்ச்சி நிகழ்ச்சிகள் தண்டின் இலை அமைப்பை வகைப்படுத்துகின்றன. லைனம் யுசிட்டாடிசிமம் தாவரத்தில் கிரலோமி (Girolami, 1953) செய்த ஆராய்ச்சிகள் இத்தகைய அமைப்பை வெளிப்படுத்துகின்றன. அறியப்பட்ட தொடு பாராஸ்டிக்குகள் 3 + 5, 5 + 8, 4 + 7. இலை இழுவை இடையே உள்ள பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி 5, 8, 7. புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவதற்கு முன் இடைப்பட்ட பிளாஸ்டோகுரோன்கள் 12, 15, 16. சைலம் வேறுபாடு அடைவதற்கு முன் பிளாஸ்டோகுரோன்களின் எண்ணிக்கை 17,27,26.

6 முதல் 18 வரை இலைகளைக் கொண்ட 5 ஹெலியாந்தஸ் (helianthus) தாவரங்களில் இலைகளுக்கிடையே பிளாஸ்டோகுரோன் இடைவெளி இளம் தாவரத்தைவிட முதிர்ந்த தாவரத்தில் அதிகமாக உள்ளது. 3 × 5 பிளாஸ்டோகுரோன்களில் ஃபுளோயம் தோன்றியது. 5 × 7 அல்லது 8 பிளாஸ்டோகுரோன்களில் சைலம் தோன்றியது. ஹெலியாந்தஸ் தாவரத்தில் இலை அமைப்பு டிக்கசேட்டிலிருந்து (decussate), 3/8 ஆக மாறுகிறது. இளம் தாவரத்திற்கும் முதிர்ந்த தாவரத்திற்கும் உள்ள வேற்றுமைகளுக்குக் காரணம் மாறுபடும் இலை அமைப்பே.

முதல் ஃபுளோயம் உள்ள இலைகள் நீளத்தில் அதிகமாக வேறுபடவில்லை என்று அட்டவணை காட்டுகிறது. லைனத்தில் (Linum) ஜிரலோமி (Girolami, 1954) இந்த நிலையைக் கண்டறிந்தார். சிறிய நரம்புகளின் வாஸ்குலார்க் கூறுகள் நடு அடுக்கின் தனி செல்லின் பிரிவால் உண்டாகின்றன. பெரிய நரம்புகள் ஒரு செல் தொகுதியிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இலை இழுவை உருவில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைந்து நுனி நோக்கி வளர்கிறது. இது முதிர்ந்த இலைகளின் புரோகேம்பியத்துடன் எப்போதும் தொடர்ச்சியாக இருக்கும். இலை பிரைமார்டியம் தோன்றும்

இடத்திற்குக் கீழே எப்போதும் புரோகேம்பியம் இருக்கும். செங்குத்தில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவது பிரைமார்டி யத்திற்குக் கீழே தடை செய்யப்படுவது போல் தோன்றுகிறது. பிரைமார்டியம் 50 மைக்ரான்கள் உயரத்தை அடையும் போது அதில் புரோகேம்பியம் தோன்றும். பிரைமார்டிய வளர்ச்சியின் பொழுது நுனிக்குக் கீழே 30—50 மைக்ரான்கள் வரை புரோ கேம்பியம் காணப்படவில்லை. வளரும் பிரைமார்டியத்தினுள் ஃப்ுளோயம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. இது தண்டின் முதிர்ந்த ஃப்ுளோயத்துடன் தொடர்பாக இருக்கிறது. பிரை மார்டிய நுனி வளர்ச்சி நின்ற பிறகு பிரைமார்டியத்தில் முதல் சல்லடைக் குழாய்கள் தோன்றும். இலை அடியில் ஸைலம் தனித்த லோகசில் தோன்றி பிறகு இரு திசையில் வேறுபாடு அடைகிறது. இலையில் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவது தொடர்ச்சியற்று உள்ளது. இலை பிரைமாரடியத்தில் ஸைலம் ஃப்ுளோயம் தோன்றுவது பிரை மார்டியத்தின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப்பதாகத் தெரிகிறது.

ஜேகப்ஸ், & மாரோ (Jacobs & Morrow, 1957, 1958). ஆகியோரது ஆராய்ச்சிகள் இலையின் அளவிற்கும் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடையும் நிலைக்கும் நெருங்கிய உறவு இருப்பதாக காட்டுகின்றன.

இலை அமைப்பு மதிப்பு அதிகரிக்கும் போது இலையின் பிளாஸ்டோகுரோன் வயது அதிகரிக்கிறது. தண்டு 5+8-ல் பிளாஸ்டோகுரோன் உறவுகளில் மாறுதல் இலைகளின் அதிக நெருக்கம் காரணவாக தோன்றியது. 3+5 தண்டுகளுக்கு 5+8 தண்டுகளைவிட நீளமான கணு இடைப் பகுதிகள் உண்டு.

அடுத்தடுத்துள்ள பிளாஸ்டோகுரோன்கள் சம இடைவெளி யிலிருந்தால் பிளாஸ்டோகுரோனை வளர்ச்சியின் அளவாகப் பயன்படுத்தலாம் என்று மைக்கிலினி (Michelini, 1958) கண்டறிந் தார். லைனம் (Linum) தண்டில் இலை அமைப்பு 3+5-லிருந்து 5+8 தொடு பாராஸ்டிக்காக மாறும் போது பிளாஸ்டோகுரோன்கள் குறுகின.

ஜேகப்ஸ், & ராகவன் (Jacobs & Raghavan, 1962) ஆகியோர் பெரில்லாவில் (Perilla) வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடையும் நிலைக்கும் இலையின் நீளத்திற்கும் உள்ள உறவு அதே தாவரத்தில் மாறுபடக் கூடியது என்று தெரிவித்தனர்.

ஒளிக் காலத் தூண்டலுக்கு (photoperiodic induction) உட் பட்ட தாவரங்களில் சிறிய இலைகளில் பிரைமரி ஃப்ுளோயமும்,

பிரைமரி ஸைலமும் விரைவாக முதிர்ச்சி அடைந்தன. இலைகளில் தொடக்கங்கள் விரைவாக வளர்வதால் இம் மாற்றங்கள் நிகழ் வதாக இவ்விரு ஆராய்ச்சியாளர்களும் கருதினர். இதனால் இலை பிரைமார்டியாவில் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் விரைவில் தோன்று கின்றன. பெரில்லாவில் குறுக்கு மறுக்கு (decussate) இலை அமைப்பு இருக்கிறது. ஆகவே தண்டு வளர்ச்சியில் பல நிலைகளிலும் இலை அமைப்பு மாறவில்லை.

## தாளில் (இலைப் பரப்பில்) வேறுபாடு அடைதல்
## (Differentiation in Leaf blade)

இலைப் பரப்புகளில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவது குறைந்த அளவிற்கே ஆராயப்பட்டுள்ளது. சில ஆராய்ச்சிகள் புரோாகம்பியம் வேறுபாடு அடைவதைப் பற்றியும், பல ஆராய்ச் சிகள் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவதைப் பற்றியும் கூறுகின்றன. ஆனால் ஃபுளோயத்தைப் பற்றி இங்குமங்குமாக மட்டுமே குறிப் பிடப்படுகின்றது.

ஸ்காட், & பிரிஸ்டிலீ (Scott & Priestley, 1925) ஆகியோர் டிரெடெஸ்கான்ஷியா (Tradescantia) இலைகளில் முதல் நீள் போக்கு நரம்புகளில் முதல் ஸைலம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடை வதாகத் தெருவித்தனர். நடு நரம்பின் ஸைலம் இலை நுனியை முதலில் அடைசிறது. அதன் பிறகு இலை நுனியில் டிரேகிட்டு களின் தொகுதி தோன்றுகிறது. இத் தொகுதியிலிருந்து வரிசை வரிசையாக ஸைலக் கூறுகள் தோன்றி கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து, இலை வரம்பு வழியே சென்று, நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடையும் பக்க முதல் நரம்புகளின் ஸைலத்துடன் இணைகின்றன. சிறு நீள் போக்கு நரம்புகளின் (smaller longitudinal veins) ஸைல மும், குறுக்கு பின்னலின் (transverse anastomoses) ஸைலமும் அடி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன. இளம் இலை நீளும் பொழுது அடி நோக்கி வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகிறது. இலையின் நுனி வளர்ச்சி நிற்கும் பொழுது அடி நோக்கி வேறுபாடு அடை வதும் நிற்கிறது. நார்சிக்கஸ் (Narcissus) தாவரத்தில் ஸைலம் தோன்றுவது டிரெடெஸ்கானஷியாவில் உள்ளது போல் இருக்கிறது.

சோள இலைகளில் ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவதை ஆராய்ந்த ஷெர்மன் (Sharman, 1942) பல நிலைகளை புரோட்டோ, மெட்டா திசுக்களுடன் இணைக்கின்றார். இலையின் தொடக்ககால நீட்சியின் போது நடு நரம்புகளிலும், பெரிய பக்க நரம்புகளிலும் புரோட்டோ ஃபுளோயமும். (protophloem) புரோட்டோ

சைலமும் (protoxylem) நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன. இதே நரம்புகள் புரோகேம்பிய நிலையில் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன.

நீள் போக்கு வளர்ச்சி நிறைவு பெற்ற பின்னர் பெரிய சிறிய நரம்புகளில் மெட்டாசைலம் மெட்டாஃப்ளோயம் ஆகியவை கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன (இவை புரோகேம்பிய நிலையில் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தவை). ஆகவே இவற்றின் புரோட்டோ சைலமும், புரோட்டோஃப்ளோயமும் இல்லை. திசுக்களை புரோட்டோ சைலம், புரோட்டோ ஃப்ளோயம் என்று வகைப்படுத்த ஒரு உறுப்பின் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பை அறிய வேண்டும் என்பது மறுபடியும் தெளிவாகிறது. ஒரு இலையின், ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்தில் வளரும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் எல்லாம் ஒரே தனிவளர்ச்சி நிலையைச் சார்ந்தவை.

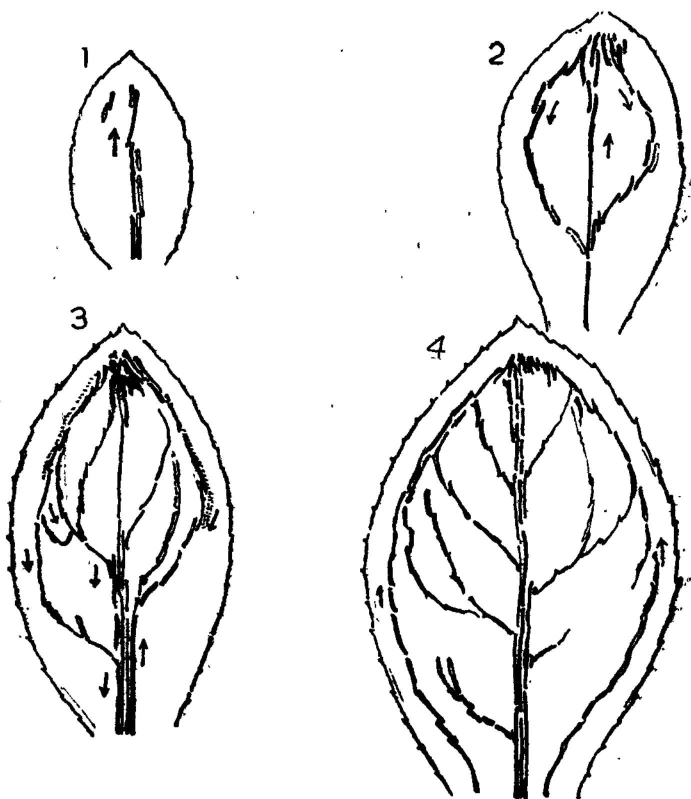
சோள இலைகளில் கீழ் நோக்கிய வேறுபாடு அடைவது இலைப் பரப்பின் கீழ் நோக்கிய முதிர்ச்சி அடைதலோடு தொடர்புடையது. இதற்கு முன்னர் இலை அடியும், இலை உறையும் (Leaf sheath) நீள்கின்றன. இவ்வளர்ச்சியில் பெரிய நரம்புகளின் புரோட்டோ சைலம் சிதைகிறது. கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையும் மெட்டா சைலம் அந்த மட்டத்தை அடைவதற்க்கு முன்னரே இச் சிதைவு நடைபெறலாம். (ஷர்மன் Sharman 1942) புரோட்டோஃப்ளோயம் வளர்ச்சியின் பொழுது சிதைந்தாலும் இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளில் ஃப்ளோயம் நன்கு ஆராயப்பட வேண்டும்.

நீள் போக்கு நரம்புகளுக்கு இடைப்பட்ட (Commissural) நரம்புகள் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன.

இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் சைலம் வேறுபாடு அடைவது இலையின் வளர்ச்சி முறையை ஒட்டி மாறுபடுகிறது. முதல் நரம்பில் அதாவது நடுநரம்பில் சைலம் வேறுபாடு அடைவது என்பது இலையில் வாஸ்குலார்த்திசு நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைவதின் ஒரு பகுதியாகும்.

அனகாலிஸ் (Anagallls) தாவரத்தில் மற்ற நரம்புகள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்று பார்ப்போம். (டி ஸ்லோவர் De sloover 1958) நுனிநோக்கி வேறுபாடு அடையும் நடு நரம்பு சைலம் இலை நுனியை அடைந்த பிறகு, பக்க நரம்புகளின் சைலம் அடிநோக்கி முதிர்ச்சி அடைகிறது. நடுநரம்பில் மேலும் சைலம் சேர்க்கப் படுகிறது. கீழ்ப்பக்க நரம்புகளின் சைலம் இலையின் வளர்ச்சியின் பொழுது நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. சிறு

நரம்புகளில் சைலம் தொடர்ச்சியற்ற நிலையில் வேறுபாடு அடைகிறது அல்லது நரம்புகளின் முழு நீளத்திற்கும் ஒரே நேரத்தில்




படம் 4-4.

இலைப்பரப்பில் சைலம் வேறுபாடு அடைதல்

1-4. அடுத்துள்ள நிலைகள்.

1. நடு நரம்பில் முதல் சைலம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைதல்.
2. இலை நுனியில் பக்க நரம்புகளின் சைலம அடி நோக்கி வேறுபாடு அடைதல்.
3. நடு நரம்பில் கூடுதலான சைலம் அடிநோக்கி வேறுபாடு அடைதல்.
4. அடிப்பகுதி பக்க நரம்புகளின் சைலம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது.

வேறுபாடு அடைகிறது. மாறுபட்ட திசைகளில் வேறுபாடு அடைவது காரணமாக, ஒரே தொகுப்பிலுள்ள டிரேகிய வரிசைகள்

எதிர் எதிர் திசைகளில் முதிர்ச்சி அடையலாம். கோலியஸ் (Coleas) லிகஸ்டிரம் (Ligustrum) தாரங்களில் கீழ் செகண்டரி (Lower secondary) நரம்புகளில் ஸைலம் தொடர்ச்சியாக நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. மற்ற செகண்டரி நரம்புகளின் முதிர்ந்த சைலம் சில தனித்த லோகசுகளில் உள்ளது. இரு திசை (Bidirectional) முதிர்ச்சி, நடுநரம்பு நோக்கியும் இலை ஓரம் நோக்கியும் நடைபெறுகிறது. சில நரம்புகள் நடு நரம்பிலிருந்து தொடங்கி முழுதுமாக நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன. (டி ஸ்லோவர் Desloover 1958)

லிரியோ டெண்டிரான் (Liriodendron) தாவரத்தில் பெரும் பாலான நரம்புகளின் டிரேகியக் கூறுகள் தொடர்ச்சியாக முதிர்ச்சி யடைகின்றன. (பிரே, 1955). ஆயினும் சில நரம்புகள் தொடர்ச்சி யற்று இருக்கலாம். இந்த தற்காலிக தொடர்சியற்ற நிலை பொதுவாச் சிறிய நரம்புகளில் காணப்படும் (நரம்பு முடிவுகள் நீங்கலாக). இவைகளில் டிரேகியக் கூறுகள் சிறிய நரம்புகளின் அடியில் முதலில் தோன்றுகின்றன. பிறகு நுனி நோக்கி முதிர்ச்சி அடைகின்றன. இலைகள் பாதியளவு முதிர்ந்தவுடன் ஸைலம் வேறுபாடு அடையத் துவங்குகிறது. இலைகள் முழு அளவை அடைந்தவுடன் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவது நிறைவு பெறுகிறது. இலையில் ஃப்புளோயம் வேறுபாடு அடைவது தொடர்ச்சியாகவும், ஸைலத்திற்கும் முன்னதாகவும் நடைபெறுவதாய் பிரே (Bray 1955) கண்டார். டாக்சஸ் (Taxus) தாவரத்தில் தனித்த நரம்பின் ஸைலம் பெரும் பாலும் நுனி நோக்கியே வேறுபாடு அடைகிறது. ஸைலம் இலை நுனியை அடையும் பொழுது, இலையின் நீள்திசை வளர்ச்சி நிறைவு பெறுகிறது. இப்பொழுது குறுகிய டிரேகிட்டுகள் (டிரான்ஸ் ஃப்பூஷன் (Transfusion tissues) வாஸ் குலார் திசுவைச் சுற்றி வேறுபாடு அடைகின்றன.

இதுவரை கூறப்பட்ட செய்திகள் டிருகலின் (Trecul, 1881) பழைய ஆராய்ச்சி முடிவுகளை ஒத்திருப்பது தெரிய வருகிறது,

## மொட்டுகளிலும் பூக்களிலும் வேறுபாடு அடைதல்
(Differentiation in Buds and flowers)

பொது இலைகளில் வேறுபாடு அடைவதைப் போல மொட்டின் முதல் இலைகளில் இழுவை ஸைலம் இரு திசைகளில் வேறுபாடு அடைகிறது. (டி ஸ்லோவர் De sloover, 1958; காரிசன் Garrison, 1949; கிப்போர்டு Gifford, 1951; மார்ஸ்டன் & பெய்லி, Marsden & Bailey 1955).

கீழ் நோக்கிய (Basipetal) வளர்ச்சி மொட்டிற்கும் தண்டிற்கும் இடையே தொடர்பை ஏற்படுத்துகிறது. சில சைலம் தண்டிலிருந்து மொட்டு நோக்கி (நுனி நோக்கி) வேறுபாடு அடைகிறது. பிரை முலா (Primula) கோண மொட்டுகளில் நுனி நோக்கிய வளர்ச்சி காணப் பட்டது. (டிரூசல், Trecul 1881). விரைவாக வளரும் தண்டுகளில் அவ்வளர்ச்சி காணப்படவில்லை. மிகவும் மெலிந்த தண்டுகளில் இரு திசை கூறுகள் இல்லை. கோண மொட்டுகளின் ஃப்புளோயத்திசுக்கள் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன.—தண்டிலிருந்து முன் இலைகள் (Prophylls) வரை (ஈசா Esau, 1945; காரிசன் Garisson 1949).

இனப்பெருக்கத் தண்டுகளில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவது நன்கு ஆராயப்பட்டுள்ளது. ஒளிக்காலத் தூண்டலுக்குட் பட்ட பெரில்லா (Perilla) தாவரத்தில் வாஸ்குலார் திசு முதிர்ச்சி அடைவதின் விரைவு முன்னரே விளக்கப்பட்டது. பூக்களில் சைலம் பேறுபாடு அடைவது பற்றி சில ஆராய்ச்சிகள் விவரிக்கின்றன. பொது இலைகளில் (Foliage leaves) உள்ளதைப் போன்ற பல கோலங்கள் (patterns) பூ விலைகளிலும் காணப் பட்டன.

## முடிவுரை

தண்டுகளில் பிரைமரி வாஸ்குலார் திசுக்கள் தோன்றுவது பற்றி குறைவாகவே செய்திகள் உள்ளன. நுணுக்கமான பிரச்சனைகளையும், சாற்றுக் குழாய் வேறுபாடு அடைவதற்கும் தண்டின் வளர்ச்சிக்கும் உள்ள உறவையும் தெளிவாக்கக் கூடிய ஆராய்ச்சிகள் மிகவும் குறைவு. அத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் பிரைமரி குறைவு. அத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் பிரைமரி சைலமும் பிரைமரி ஃப்புளோயமும் தோன்றுவதில் உள்ள நிரந்தரத் தன்மையை வெளிப்படுத்துகுன்றன. பொதுவாகப் பார்க்கு மிடத்து புரோகேம்பியத்தைத் தொடர்ந்து ஃப்புளோயம் நுனிநோக்கி வேறுபாடு அடைவது தெரியும். ஆனால் சைலம் இரு திசையிலும் வேறுபாடு அடைகிறது—இலையில் நுனி நோக்கியும் தண்டில் கீழ் நோக்கியும் தண்டின் சாற்றுக் குழாய் அமைப்பை இலை பெரும் அளவிற்குக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதை சைலத்தின் வளர்ச்சி தெளிவு படுத்துகிறது.

பிளாஸ்டோ குரோன் கால கட்டவனைப்படி சைலத்தை விட முன்னதாகத் தோன்றுவது ஃப்புளோயம் ஆகும். ஆகவே

ஸைலத்தைவிட ஃப்புளோயம் இலை நுனிக்கு அருகில் இருக்கிறது. இலை தோன்றுவதற்கும் சாற்றுக் குழாய் முதிர்ச்சி அடைவதற்கும் உள்ளபிளாஸ்டோ குரோன் இடைவெளி இலை அமைப்பு மாறுவதால் பாதிக்கப்படலாம்.

# 5. ஆய்வுக்குட் பட்ட தாவரங்களில் வாஸ்குலார் திசு தோன்றுதல்

## (Vascularization in Experimentally Treated Plants)*

### முன்னுரை

வளர்ச்சிக்கும் வேறுபாடு அடைவதற்கும் உள்ள உறவுகளை உற்று நோக்குவதால் மட்டும் விளக்க முடியாது. தோற்றத்திலும் வளர்ச்சியிலும் அதாவது மார்போஜெனிசிஸில் (Morphogenesis) ஆர்வமுள்ளவர்கள் ஆய்வு முறைகளைப் பின் பற்றுகிறார்கள். ஒரு தாவரத்தை அல்லது தாவரத்திசுவை குறிப்பிட்ட ஆய்வுகளுக்கு உட்படுத்தி அதன் முடிவுகளை காரண காரிய அடிப்படையில் விளக்குகிறார்கள்.

தாவரங்களில் செய்யப்படும் ஆய்வுகள் பின் வருமாறு. வேதிப் பொருள்களை பயன் படுத்துதல், குறிப்பாக (Auxins) ஆக்சின்கள், நுணுக்கமான அறுவைகள், சூழ்நிலைக் காரணிகளை (Environmental factors) கட்டுப்படுத்துதல், தாவரங்களிலிருந்து நீக்கப்பட்ட உறுப்புக்களை அல்லது திசுக்களை வளர்த்தல், ஆகியவை. ஆய்வு நுணுக்கங்கள் காரணங்களை சிறப்பாக அறியவும் தகுந்த சூழ்நிலைகளை உண்டாக்கி வளர்ச்சியை ஆராயவும் பெரிதும் பயன் படுகின்றன.

சில காரணிங்களுக்கும் வளர்ச்சி நிலைகளுக்கும் உள்ள உறவை இதன் முடிவுகள் விளக்குகின்றன. தாவரங்களில் காணப்படும் பல வகை கோலங்களையும், தாவர உறுப்பு வேறுபாட்டின் தோற்றத்தையும் பொதுவாக விளக்குகின்றன. வாஸ்குலார் தாவரங்களில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் யாவும் வாஸ்குலார்த் திசுவை ஆராய்வதற்காக செய்யப்பட்டவை அல்ல. இருந்தாலும் வாஸ்குலார்த் திசு-

வேறுபாடு அடைவது என்பது வாஸ்குலார்த் தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் ஒரு சிறப்பான நிகழ்ச்சியாகும். ஆகவே மார்போ ஜெனிச ஆய்வுகளில் வாஸ்குலார்த் திசு விரிவாக ஆராயப்பட்டுள் ளது. இருந்த போதிலும் தாவர வளர்ச்சியைப் பற்றி குறிப்பாக வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுதல் பற்றி முழுமையாக அறியப்பட வில்லை.

## இலைகளை நீக்குவதால் உண்டாகும் விளைவு
## (Effect of Removal of Leaves)

இலை இழுவைகளுக்கும், வளர்ச்சிக்கும், இலைகள் தோன்று வதற்கும் உள்ள உறவை அறிய சில ஆய்வுகள் செய்யப் பட்டுள்ளன. அவையாவன இலைபிரைமார்டியத்தை வெட்டி நீக்குதல் அல்லது வளரவிடாமல் அழித்தல், இம் முறையைக் கையாண்டவர்களில் ஹெல்ம் (Helm, 1932) ஒருவர். இருவித்திலைத் தாவர தண்டுகளில் இலைபிரைமார்டியத்தை நீக்கியபின் தாவ ரத்தை சிறிது காலம் வளரவிட்டார். அதன் பிறகு தாவர உள்ள மைப்பை ஆராய்ந்தார். சில இடங்களில் பிரைமார்டியம் முழுதும் நீக்கப்பட்டிருந்தது. சில சமயங்களில் ஒரு சிறுபகுதிமட்டும் காணப் பட்டது. புலப்படுகிற பிரைமார்டியத்தை ஹெல்ம் (Helm, 1932) நீக்கி விட்டிருந்தார் தற்கால அறிவியல் கருத்துப்படி அத்தகைய பிரைமார்டியா புரோகேம்பிய நிலையில் உள்ளது இலை இழுவை களைக் கொண்டவை. உண்மையாகவே இருந்த இழுவைகளில் ஏற் படும் மாற்றங்களை ஹெல்ம் (Helm, 1932) ஆராய்ந்தார். இவ் விழுவைகளில் மேல் உள்ள இளமையான பகுதிகள் அதிகம் பாதிக் கப்பட்டன. புரோகேம்பியம் வாஸ்குலார்த் திசுக்களாக வேறு பாடு அடைவதற்குப் பதிலாக பாரங்கைமாவாக வேறுபாடு அடைந்தது. இதன் ஆதிக்கம் கீழ் நோக்கிய திசையில் குறைந்தது. இருந்தாலும் அறுவை செய்யப்பட்ட இடத்திற்குள் கீழுள்ள 2.3 கணு இடைப் பகுதிகள் வரை அதன் ஆதிக்கம் பரவியிருந்தது. '' புதிய இலை இழுவைகள் தோன்றவில்லை'' என்று ஹெல்ம் கூறி யது சரியாகப் படவில்லை,

இலை பிரைமார்டியத்திலிருந்து புரோகேம்பியம் தண்டின் வழியாக கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது என்ற கருத்து நில விய காலத்தில் ஹெல்ம் தன்னுடைய ஆய்வுகளைச் செய்து வந்தார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. (ஈசா Esau, 1943) மற்ற முறையை அவர் அறிந்திருந்தால் காயப்படுத்தப்பட்ட இலைகளின் இழுவை களில் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவது இல்லை என்று கூறி யிருப்பார்.

இருவத்திலைத் தாவரங்களில் இலை பிரைமார்டியாவை நீக்கும் ஆய்வுகள் ஹெல்மின் ஆராய்ச்சி முடிவுகளை ஒத்துள்ளன.

இத்தகைய ஆய்வுகள் பெரணிகளில் மிகவும் நுணுக்கமாக வார்டுலாவால் (Wardlawl, 1944, 1946) செய்யப்பட்டன. மட்டக் கிழங்கின் முனையிலிருந்து இளம் இலைகள் நீக்கப்பட்டன. அடுத் தடுத்துத் தோன்றிய இளை பிரைமார்டியா துளைக்கப்பட்டன. பல வாரங்களுக்குப் பிறகு ஆய்வுக்குட்பட்ட உட்படாத மட்டக் கிழங் கின் பகுதிகள் ஆராயப்பட்டன. டிரையாப் டெரிஸ் (Dryopteris) தாவரத்தில் ஆய்வுக்குட்படாத பகுதியில் வாஸ்குலார் உருளை (டிக்டியோஸ்டீல்) இயல்பான இலை இடைவெளிகளுடன் இருந்தது ஆய்வுக்குட்பட்ட பகுதியில் (சைஃபனோஸ்டீல்) Siphonostele) இலை இடைவெளி காணப்படவில்லை. இதைப் போன்ற ஆய்வு முடிவுகள் வேறுசில பெரணிகளிலும் காணப்பட்டன. சில வற்றில் ஆய்வுக் குட்பட்ட பகுதி மிகவும் நலிந்தும், சிறிய வாஸ்குலார் உருளை, குறைந்த பித் ஆகியவற்றைக் கொண்டும் உள்ளன. வார்டுலாவின் (Wardlaw, 1950) மற்றொரு ஆய்வில் சில இலைபிரை- மார்டியா நீக் கப்பட்டதும் பொதுவாக பிரைமார்டியா தோன்றாத இடங்களில் இலை பிரைமார்டியா வேறுபாடு அடைந்தன. இவ்வாறு இலைகள் புதிய இடத்தில் தோன்றிய பிறகு இலை இழுனவகளின் இடம் மாறி இருப்பது தெரிய வந்தது.

இலை வளர்ச்சியை ஒடுக்கும் இத்தகைய ஆய்வுகளிலிருந்து நாமறியும் செய்தி இது. பெரணிகளிலும் விதைத் தாவரங்களிலும் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியின் இயல்பான அமைப்பு. இலை யும் தண்டும் ஒன்றை ஒன்று பாதித்தலைப் பொறுத்தது. இலைகள் தோன்றும் போது இவ்விலைகளின் இணைப்புகள் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியில் தோன்றுகின்றன. இளையின் வளர்ச்சி ஒடுக்கப்பட்டால், தண்டின் வாஸ்குலார் அமைப்பு சிற்றிலைஉடைய இலை இடைவெளி இல்லாத தண்டின் அமைப்பை ஒத்திருக்கிறது.

இலை நீக்கம் காரணமாக தோன்றும் ஊட்டக்குறைவின் விளை வுகளை இலைநீக்க ஆய்வுகளில் அறிதல் வேண்டும். குறை ஊட்ட முள்ள (ill-nourished) டானியா (Danaea) என்ற பேரணியின் தண்டு இலை இடைவெளி, பித் ஆகியவை இல்லாத தண்டை ஒத்தி ருந்தது. (வெஸ்ட் West 1917) விசியா (Vicia) பேசியோலஸ் (Phaseolus) நாற்றுகளின் வித்திலைகளை நீக்க ஆணிவேரில் பித் குறைவாகவோ அல்லது இல்லாமலோ இருந்தது. (பிளாஸ்கம்பர் Flaskamper 1910) நாற்று மேலும் வளர்ந்த போழுது புதிதாகத் தோன்றிய வேர்ப்பகுதி இயல்பான அமைப்புடன் பித்துடன் காணப்பட்டது.

மற்ற ஆய்வுகளைவிட இலை நீக்க ஆய்வுகளுக்கு மார்போ ஜெனிசில் சிறப்பான பொருளுண்டு. வெட்மூர், வார்டுலா (wetmore&wardlaw1951) ஆகியோர் இலை இடைவெளி உள்ள நிலையிலிருந்து இலை இடைவெளி இல்லாத நிலை தோன்றுவது இயற்கையாக அடிப்படையானது என்று கருதுகின்றனர்.

தண்டின் வாஸ்குலாத் தொகுதி உண்மையில் தண்டைச் சார்ந்தது; இலை இழுவைகளின் கூட்டு அல்ல என்பதற்கு இதை ஒரு சான்றாகவும் கருதுகின்றனர்.

தெளிவில்லா (incipient) வாஸ்குலார்த் திசுக் கருத்து வார்டுலாவின் கற்பனையாகும். இக் கருத்து இலை நீக்க ஆய்வு முடிவுகளை விளக்கப் பயன்பட்டது. இலை வளர்வதைத் தடுத்தால், ஆரம்பத்தில் தொடர்ச்சியாக இருக்கும் தெளிவில்லாத வாஸ்குலார்த் திசு இலை இடைவெளிகளால் பிரிக்கப்படுவதில்லை. அதாவது இலை இடைவெளிகள் உண்டாவதில்லை (வெட்மூர் & வார்டுலா, Wetmore & Wardlaw).

ஹேஜ்மன் (Hagemann, 1964) பல பெரணிகளின் தண்டு முனைகளை ஆராய்ந்தார். இளம் இலை பிரைமார்டியத்தைச் சேர்ந்த புரோகேம்பிய இலை இழுவையைத் தவிர வேறு வாய்ப்புள்ள சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களை தண்டின் கீழ்ப் பகுதியில் அவர் காணவில்லை. இவரது முடிவுகள் ஈசாவின் (Esau, 1954) கருத்தை ஒத்தமைகின்றன. வார்டுலாவின் (Wardlaw) தெளிவில்லா வாஸ்குலார்த் திசு என்பது உண்மையில் பித் ஆக்குத்திசுவாகும். இது பார்ப்பதற்கு இளம் புரோகேம்பியம் போல் தோன்றும்.

## இலைகள் தோன்றுமிடத்தை நிர்ணயித்தல்
## (Determination of Sites of Leaves)

இலை இழுவைக்கும் இலைகளுக்கும் உறவு விளக்கங்களில் இலை அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் அவ்வளவு முக்கியமானவை அல்ல. ஆங்கில இலக்கியங்களில் (Literature) இலை அமைப்பு பற்றிய பொதுவான விளக்கம் நுனி ஆக்குத்திசுவின் இடம், இலை பிரைமார்டியத்தின் அமைப்பு ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டது (குலோவ்ஸ், Clowes, 1961). பிரஞ்சு மொழியில் பரவலான கருத்து, 'இலையைத் தோற்றுவிக்கும் தூண்டல் இலை பாராஸ்டிக்கிஸ் வழியாக மேல் நோக்கி நுனி நடுவிலிருக்கும் இலை தோன்றும் பகுதிக்கு நகருகிறது' என்று தெரிவிக்கிறது (கட்டர் Cutter, 1959; லாய்சியா Loiseau, 1959).

இலை தோன்றுமிடத்தை உறுதி செய்வதில் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடையும் புரோகேம்பியத்திற்கு சிறந்த பங்குண்டு என்று வாஸ்குலார்த் திசு ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகின்றனர். புரோகேம்பிய இழை தண்டு நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைவது எதிர்கால இலையின் இடத்தை உறுதி செய்வதாக பலர் தெரிவிக்கின்றனர். இந்த கருதுகோளின் (hypothesis) உண்மையை அறிய பல ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றன. அவற்றில் முதன்மையானது நுனி ஆக்குத்திசுவிற்குக் கீழே புதிய இலைகள் தோன்றக் கூடிய அடிப் பகுதிகளை வெட்டி நீக்குவதாகும் (ஸ்நோ & ஸ்நோ Snow & Snow, 1947 1948; வார்டுலா Wardlaw, 1949, 1956). இலைகள் தோன்றுவதை 'அறுவை' தடுக்கவில்லை. ஆகவே இலை பிரைமார்டியத்தின் இடம் வேறுபாடு அடையும் இலை இழுவைகளால் உறுதி செய்யப்படவில்லை என்று முடிவாகிறது. இலை தோன்றுமிடத்தை உறுதி செய்யும் மேற்கூறிய ஆய்வுகளில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவது துல்லியமாக ஆராயப்படவில்லை. ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்ட பெரணிகளில் 'பருவத்திற்கு முன் முதிர்ந்த இலை இழுவைகள்' காணப்படவில்லை என்று வார்டுலா (Wardlaw, 1956) தெரிவிக்கின்றார்.

அதே நேரத்தில் இலை தோன்றும் வாய்ப்புள்ள பகுதிக்குக் கீழே தொடக்க வாஸ்குலார் திசு இருப்பதாகவும், இத் திசு நீக்கப்பட்டால் தண்டு முனையில் சில முக்கிய நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுவதாகவும் வார்டுலா தெரிவித்தார். (வார்டுலா, Wardlaw) 1956; வார்டுலா & கட்டர் (wardlaw & cutter 1956). "பருவத்திற்கு முன் முதிர்ந்த இலை இழுவைகளுக்கும்", தொடக்க வாஸ்குலார்த் திசுக்களுக்கும் உள்ள வேறுபாடு எந்த அடிப்படையிலும் விளக்கப்படவில்லை. இலை தோன்றும் இடத்தை புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவது உறுதி செய்கிறதா? அல்லது இலை இழுவை வேறுபாடு அடைவதை இலைபிரைமார்டியம் தூண்டுகின்றதா? என்பது இன்னும் தெளிவாக்கப் படவில்லை. இலைகள் தோன்றுவதும், புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவதும் வளரும் தண்டில் ஒரே காலத்தில் நிகழும் பல நிகழ்ச்சிகளில் இரண்டு நிகழ்ச்சிகள் ஆகும்.

## நுனியை அரைகுறையாக தனிப்படுத்துவதாலும் பிரித்தலாலும் ஏற்படும் விளைவுகள்

### (Effects of partial Isolation and division of apex)

உறுப்பு வேறுபாட்டின் தனித்து இயங்கும் மையமாக தண்டு நுனி உள்ளதா? அல்லது தண்டு நுனி முதிர்ந்த திசுக்களால் இயக்

கப்படுகிறதா? என்ற கேள்விகளுக்கு ஆராய்ச்சியாளர்கள் விடை தேடி வருகின்றனர் சில தலையாய ஆய்வுகள் நுண் அறுவையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. அவையாவன நீள் போக்கு வெட்டுக்களால் சுற்றியுள்ள திசுக்களிலிருந்து நுனியைத் தனிப் படுத்துதல், நுனிகளைப் பிரித்தல், வெட்டி நீக்கப்பட்ட நுனிகளை வளர்த்தல். வளரும் ஆற்றலை நுனி பெற்றிருப்பதை இந்த ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. அறை குறையாக தனிப்படுத்தப்பட்ட நுனி இறுதியாக காற்றுக் குழாய் உள்ள தண்டாக வளர்ந்தன. கீழே அமைந்துள்ள தண்டின் பகுதிகளுடன் வாஸ்குலார்த் திசு இணைப்பை ஏற்படுத்தின.

பிரிக்கப்பட்ட நுனிகள் வாஸ்குலார்த் திசு உடைய பல தண்டுகளை உண்டாக்கின. ஊட்டக் கரைசலில் வளர்க்கப்பட்ட நுனிகள் வேர்களை உண்டாக்கின, இறுதியாக முழுத் தாவரத்தையே உண்டாக்கின. ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் நுனியுடன் சில இலை பிரைமார்டியா இருந்தால்தான் முழுத் தாவர வளர்ச்சி ஏற்பட்டது. (ஆல்சாப் Allsopp 1964) அரை குறையாக தனிப்படுத்தப்பட்ட நுனிக்கும் அதன் கீழுள்ள தண்டிற்கும் இடையே புரோகேம்பிய இணைப்பு தோன்றும் விபரங்களை பால் (Ball, 1952) தெரிவித்தார். தண்டுநுனிக்கு மிகவும் அருகில் (எல்லா இலை பிரைமார்டியாவும் நீக்கி) அறுவை செய்த பிறகு ஆக்குத் திசு பித் பாரங்கைமாவால் தாங்கப்பட்டது. ஆக்குத் திசுவிற்கும் முதிர்ந்த திசுக்களுக்கும் இடையே வாஸ்குலார் இணைப்பு உண்டாகவில்லை (படம் 5-1) பாரங்கைமா கம்பத்திற்கும் அடுத்துள்ள திசுக்களுக்கும் இடைப்பட்ட இடத்தை கேலஸ் (Callus) திசுக்கள் நிரப்பின. நுனி ஆக்குத் திசு புதிய இலைபிரை மார்டியத்தைத் தோற்றுவித்து முதிர்ந்த திசுக்களுடன் புரோகேம்பிய இணைப்பு பித்தின் வழியாக கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைதல் மூலம் ஏற்பட்டது. இவ்வாறாக தண்டு பழைய தண்டு பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டது.

வேற்றிட மொட்டுகள் கோண மொட்டுகள் ஆகியவை தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுதியிலிருந்து சாற்றுக்குழி நிறைந்த பாரங்கைமாவால் பிரிக்கப்படும் முறையில் இந்த இணைப்பு நடைபெறுகிறது. மொட்டுகளில் புரோகேம்பியம் கீழ் நோக்கி (அதாவது தண்டு நோக்கி) வேறுபாடு அடைகிறது. பெரணிகளில் துளிர்த்த தண்டுகள், மட்டக்கிழங்கின் முதிர்ந்த பகுதிகளில் தூண்டப்பட்ட மொட்டுகளை ஒத்திருக்கின்றன. (வார்டுலா, Wardlaw 1947) பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுதியை அடைவதற்கு முன் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையும் புரோகேம்பிய இழைகள் நின்று விட்டன.

அரை குறையாக தனிப்படுத்தப்பட்ட நுனிகள் துளிர்ப்பதில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதை ஆராய்பவர்கள், புரோ கேம்பியம் வேறுபாடு அடைவதற்கும். இலை பிரைமார்டியா தோன்றுவதற்கும் உள்ள உறவை வெளிப் படுத்தியிருந்தால் இன் னும் பயனுள்ளதாக இருக்கும். கோணமொட்டுகளில் முதல் புரோ கேம்பிய இழைகள் முன் இலைகளின் இழுவைகளாகும். புரோகேம் பியம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தாலும் அல்லது நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தாலும் இந்த உறவு மாறுவதில்லை.

துளிர்த்த தண்டுகளில் நீள் வெட்டுத் தோற்றங்கள் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையும் புரோகேம்பியம் இலை பிரைமார்டி யத்துடன் இணைவதைக் காட்டுகின்றன. வாய்ப்புள்ள வாஸ்கு லார்த் திசுக்கள் முதலில் குழல் போல் தோன்றின என்று பால் (Ball 1952) தெரிவிக்கிறார். இக் குழல் புரோகேம்பியமாக ஆனதா அல்லது எச்ச ஆக்குத்திசுவா (Residual meristem) ஆனதா என்பது தெரியவில்லை (ஈசர் Esau, 1954) இதன் பிறகு வழக்கமாக இழுவை களும், இலை இழுவை சிம்போடியாவும் தோன்றின.

நீள் வெட்டுக்களால் பிரிக்கப்பட்ட தண்டு நுனிகளின் சிறிய பகுதிகள்இயல்பான தண்டுகளாக வளர்ந்தன. ஒவ்வொருபகுதியும் கீழே உள்ள தண்டுடன் பக்க இணைப்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் வாஸ்குலார்த் திசுவின் ஒரு பகுதி இயல்பான இடங்களில் தோன் றியது. மற்றொரு பகுதி பித்தாக வளரக்கூடிய திசுவிலிருந்து வெட் டுப்பகுதி ஓரமாக கீழ் நோக்கி வேறு பாடு அடைந்தது. துளிர்த்த தண்டுகள் நன்முக வளரும் போது தொகுப்புகளின் உருளை தோன் றுகிறது. இரண்டிற்கு மேற்பட்ட உருளைகள் இணைவது ஒரு கிளை ஒரு தண்டுடன் இணைவது போல் இருக்கிறது.

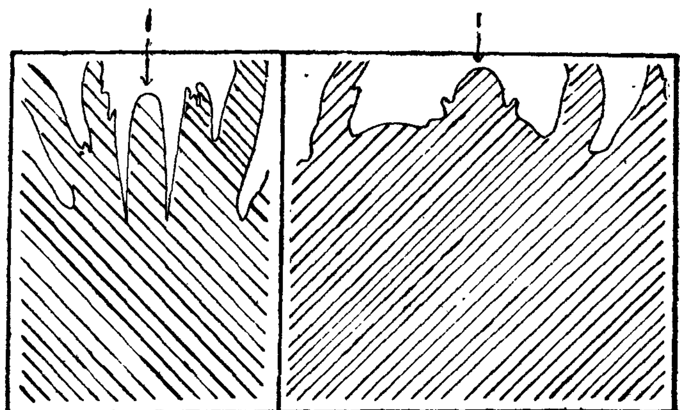
இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து இரண்டு முடிவுகளை அறிகின்றோம் அவையாவன

1. புதிய வாஸ்குலார்த் திசு உண்டாவதை நுனி தூண்டு கிறது.

2. தொடக்க வாஸ்குலார் திசு அமைப்பு இலை இடைவெளி இல்லாத தண்டைச் சார்ந்தது என்று மெய்ப்பிக்கிறது.

முதலாவது முடிவு (வாஸ்குலார் திசு அமைப்பை நிர்ணயம் செய்வது நுனி; கீழுள்ள திசுக்கள் அல்ல) துளிர்க்கும் தண்டுகளில் புரோ கேம்பியம் கீழ் னோக்கி வேறுபாடு அடைவதை அடிப்படை யாகக் கொண்டது. முன்பு கூறியது போல் வேற்றிட மொட்டுகள்,

கோண மொட்டுகள் தாய் அச்சுடன் இணைகின்ற பொழுது புரோகேம்பியம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. ஆனால் மொட்டிலிருந்து தோன்றும் தண்டுகளில் புரோகேம்பியம் நுனி நோக்கி




படம் 5-1.

லூபினஸ் (Lupinus) தண்டின் நீள் வெட்டுப் பகுதிகள். (x 30)

அ. தண்டு நுனி நான்கு நீள் போக்கு வெட்டுகளால் தனிப்படுத்தப்படுகிறது.
ஆ. 15 நாட்களுக்குப் பின்னர் தண்டு நுனியின் தோற்றம். வெட்டுப் பகுதி புண் ஆற்றும் திசுக்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. நுனி சற்று மேல் எழும்பியது போல் தோன்றுகிறது. சில இலைகளையும் உண்டாக்கியுள்ளது;
1. தண்டு நுனி.

வேறுபாடு அடைகிறது. துளிர்க்கும் தண்டுகளிலும் இத்தகைய முறை நடைபெறுவதாக நாம் நம்பலாம். ஆனால் அது குறித்து தக்க செய்திகள் இல்லை. நுனியின் செயலை புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைவதின் அடிப்படையில் விளக்க வேண்டும்.

துளிர்க்கும் தண்டிற்கும் தாய் அச்சிற்கும் இடைப்பட்ட தொடக்க இணைப்பு முதல் இலைகளுக்கு தொடர்பாக இருக்கிறதா என்பது ஆராயப்பட வேண்டியது. அதாவது தூண்டுதல் தண்டு நுனியிலிருந்து வருகிறதா? அல்லது வளரும் பிரைமார்டியா உடைய தண்டிலிருந்து வருகிறதா? என்பது தெளிவுபடுத்த வேண்டிய கேள்வி.

வேற்றிட மொட்டில் புரோகேம்பியம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவது துருவ வழி நடைபெறுவதாக கல்லின் (1960) தெரிவித்தார்.

பிளாக்ஸ் (Flax) வித்திலைத் தண்டில் புறத்தோல் திசுக்களில் தலைகீழாக ஒட்டப்பட்ட மொட்டுகள் வளருமாறு தூண்டப் பட்டன. தலைகீழான மொட்டுகளில் வாஸ்குலார் திசு கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தது. அதாவது வித்திலைத்தண்டைப் பொறுத்த வரை மேல் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தது. ஆனால் வித்திலைத் தண்டினுள் அதன் போக்கு கீழ் நோக்கி அமைந்திருந்தது.

இரண்டாவது முடிவு (தண்டின் வாஸ்குலார் திசுவின் ஒரு பகுதி இலையுடன் தொடாபில்லாதது) பொதுத்தவரை தண்டு சார்புள்ள திசுவிற்கும் இலை இழுவைக்கும் வேறுபாடு இல்லை என் பது முன்னரே விளக்கப்பட்டது. இந்த முடிவிற்குச் சாதகமான ஆய்வுகள் குறைவு (ஈசா Esau, 1954).

## திசு வளர்ப்புகளில் வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைதல்

வளர்ப்பு திரவங்களில் கேலஸ் (callus) திசு தானகவே திசுவை தோற்றுவிக்கலாம். பொதுவாக அத்தகைய திசுக்கள் ஒரு தொகுதியாக இருப்பதில்லை. சிறு முடிச்சுகளாக (Nodules) ஸைலத்தை மட்டும் கொண்டிருக்கும். (பால் Ball, 1950; காதொரட், Gautheret, 1959). அல்லது ஸைலம்; புளோயம் ஆகிய இரண்டையும் கொண்டிருக்கும். இவ்விரு திசுக்களுக்கிடையே கேம்பியம் இருக்கலாம். பல திசுவளர்ப்பு ஆய்வுகளில் சதைப்பற் றுள்ள வேர்களின் ஸெகண்டரி வாங்குலார்த் திசு பாரங்கைமாவி லிருந்து (குறிப்பாக ஃபுளோயத்திலிருந்து) கேலஸ் வளர்ச்சி கிடைக்கிறது.

கேலஸ் திசுக்களை ஆராய்ச்சியாளர்கள் தனித்தனி ஸெல்க ளாகப் பிரித்தனர். அதன் பிறகு தனி ஸெல்களின் வளர்ச்சியை ஆராய்ந்தனர் (ஸ்டுவர்டு, Steward, 1958). தனி ஸெல்லிலிருந்து தோன்றிய ஸெல்தொகுதி பாரங்கைமாவின் இயல்பைப் பெற்றுள்ளது. ஓரளவிற்கு வளர்ந்த பிறகு ஸெல்தொகுதியின் நடுவில் ஸைலம் தோன்றியது. பிறகு ஸைலத்தைச் சுற்றி கேம்பியம் உண்டாகியது. ஸைலத்திற்கு அப்பால் புரோகேம்பிய தோன்றல்கள் ஃபுநோயக் கூறுகளாக வேறுபாடு அடைந்தன. இறுதியான கேலசில் ஒரு வேர் நுனி தோன்றி வேராக வளர்ந்தது. இவ்வேர் திசுக்கள் வழியாக ளளர்ந்து வளர்ப்பு திரவத்தை அடைந்தது. வேர், தொடர்ந்து வளிரும் பொழுது மூல ஸேல் தொகுதி புலப்படவில்லை.

வேருடன் கூடிய இந்த செல் முண்டு தருந்த அடிப்பொருளில் நடப்பட்டால், அது மொட்டுகளை உண்டாக்கி முழுத் தாவரத்தையும் தோற்றுவிக்கிறது. அத்தகைய தாவரத்தில் தண்டு வேர் ஆகியவற்றின் வாஸ்குலார்த் திசு தொடர்ச்சியாக உள்ளது. இத் தொடர்ச்சி தனிவளர்ச்சி முறையில் ஆராயப்படவில்லை.

வேர் தோன்றுவதற்கு முன்னர், சில சமயங்களில் வேர் இல்லாமலும் கேலசில் மொட்டுகள் உண்டாகின்றன. செக்கொயா செம்பர்வைரன்ஸ் Sequoia sempervirens) தாவரத்தில் வேர் இல்லாத கேலசு வளர்ப்புகளில் மொட்டுகள் தோன்றுவதை பால் (Ball, 1950) கண்டார். வேர் வளர்ப்புத்துண்டுகளில் தாஞக தோன்றும் மொட்டுகளை காமுஸ் (camus, 1949) கண்டறிந்தார். அதன் பிறகு கீழுள்ள திசுக்களில் கடத்தும் கூறுகள் மொட்டிலிருந்து கேம்பியம் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்தன. புதிய வாஸ்குலார்த் திசு கேம்பியத்துடன் இணையுமிடத்திற்குக் கீழே வாஸ்குலார்த் திசு வளர்ந்து வாஸ்குலார்க் கூறுகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆய்வுத் தாவர உறுப்பு வளர்ப்பு திரவத்தில் வேரை உண்டாக்கும் ஆற்றல் பெற்றிருந்தால், வேர் தோன்றும். இவ்வாறுக வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவது (இலையுடைய) தண்டிலிருந்து வேர்நோக்கி இருப்பதாக் காமுஸ் (Camus, 1949) தெரிவிக்கின்றார்.

வளர்ப்பு வேர் துண்டுகளுடன் ஒட்டப்பட்ட மொட்டுகள் கீழுள்ள கேலசில் வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவதை தூண்டுகின்றன என்று காமுஸ் (camus, 1949) கண்டறிந்தார். வேரின் ஃப்ளோயத்தில் மொட்டுகள் ஒட்டப்பட்டால் கேம்பியத்தை நோக்கும் வாஸ்குலார் இழைகள் தோன்றின.

இந்த ஒட்டு சைலம் பாரங்கைமாவில் செய்யப்பட்டால் தனித் தனி தொகுதியாக இங்குமங்கும் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றியது. வாஸ்குலார்த் திசுக்களை வளருமாறு தூண்டுவது மொட்டின் ஹார்மோன்கள் (Hormones)என்று காமுஸ் (Camus 1949) விவரித்தார்.

கேலசிலிருந்து மொட்டை ஒரு ஜவ்வினுல் (Membrane) பிரித்தாலும், அல்லது கேலசில் ஆக்சினை செலுத்தினுலும் மொட்டு ஒட்டில் (Bud grafting) உண்டாகும் அதே விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. வெட்மூர் (Wetmore, 1955, 1963) முதலியோர் கேலசில் மொட்டின் விளைவுகளை ஆராயவும் ஆய்வுமுறைகளை மேலும் செம்மைப் படுத்தினர். முதலாவதாக இரு வித்திலைத் தாவர பேரினங்களின் (குறிப்பாக சிரிங்கா (Syringa) வேறுபாடு அடையாத பாரங்கைமா

தன்மையுடைய கேலசுகளை வளர்ப்பு திரவங்களில் வெற்றிகரமாக வளர்த்தனர். அதன் பிறகு கேலசுகளில் மொட்டு ஒட்டுதல் மூலமும், ஆக்சினை செலுத்துவது மூலமும் வாஸ்குலார்த் திசு கோலங்கள் தோன்றுமாறு செய்தனர்.

இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட வாஸ்குலாரத் திசுக்களின் அமைப்பை மாற்றும் வழியையும் அறிந்தனர் (ஆக்சின் சர்க்கரை ஆகியவற்றின் செறிவை (Concentration) மாற்றுவதன் மூலம்) கேலசில் ஒட்டப்பட்ட மொட்டு வளரும் பொழுது பிரியும் செல்களின் முடிச்சுகள் (Nodules) சிதறலாக மொட்டின் அடியில் தோன்றின. இந்த முடிச்சுகள் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடையும் போது ஒரு வட்டமான அமைப்பில் தோன்றின. இவ் வட்டத்தின் மையம் நோக்கி சைலமும், எதிர் திசையில் ஃபுளோயமும் உள்ளன. இதற்கு அடுத்து நிலையில் முடிச்சிற்குள் கேம்பியம் இருந்தது. தொகுப்புகள் நெருக்கமாக இருந்தால் தொகுப்புகளுக்கு இடையேயும் கேம்பியம் காணப்படும். இவ்வாராக வட்டத்தில் ஒரு தொடர்ச்சி உண்டாகிறது. கேலசின் ஆழமான உள் பகுதியில் மேலும் முடிச்சுகள் வேறுபாடு அடைகின்றன. வெளிச் சுற்று நெடுக முண்டுகள் சிதறலாக உள்ளன. ஆனால் ஃபுளோயம் வளர்ப்புக் கரைசலை நோக்கி இருந்தது. IAA (இன்டோல்அசிடிக் அமிலம்) சுக்ரோஸ் (Sucrose) ஆகியவற்றைக் கொண்டே அகர் (Agar) துண்டுகளைக் கொண்டு கேலசில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுமாறு செய்யலாம். ஆதலால் கேலசில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதில் முதன்மையான காரணி ஹார்மோன்கள் என்று தெரிகிறது. அவ்வாறு வேறுபாடு அடைவது மொட்டினால் தூண்டப்படும் பொழுது ஹார்மோன்களின் பிறப்பிடம் மொட்டு ஆகும்.

நுனி ஆக்குத் திசுவினால் வாஸ்குலார்த் திசு கீழ் நோக்கி தூண்டப்படுகிறது என்ற கருத்தை இந்த ஆய்வுகளின் முடிவுகள் ஆதரிக்கின்றன. (அல்சோப் Allsopp 1964, வெட்மூர் & ரீர் Wetmorc & Rier 1963) இவ்வாசிரியர்கள், இளமையான இலை பிரைமார்டியத்திற்கு மேலுள்ள ஆக்குத் திசுவை குறிப்பிடுகின்றார்களா என்பது தெரியவில்லை. செல்பிரிவையும் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதையும் கேலசில் தூண்டக் கூடிய ஒட்டு (Scion) இலைகளுடன் இருந்தது என்று வெட்மூர் ரீர் (Wetmore& Rier 1963) ஆகியோர் தெரிவிக்கின்றனர்.

எல்லா கேலஸ் தொடர்பான ஒட்டு ஆய்வுகளிலும் இலைபிரைமார்டியாவுடன் கூடிய தண்டு நுனிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

ஆக கேலசுக்குக் கிடைப்பது நன்கு அமைந்த தண்டு ஆகும்; வெறும் ஆக்குத் திசு மட்டும் அல்ல.

"தண்டை சீர் செய்வதில் (Edification) நுனி ஆக்குத் திசுவின் வேலை என்ன?" என்பதைப் பற்றி முரணான கருத்துக்கள் இருப்பதால் இவ் வேறுபாட்டை அலட்சியம் செய்வதற்கில்லை.

பரவல் பொருளின் செறிவு வேறுபாடு காரணமாக மைட்டாடிக் (Mitotic) பிரிவு தூண்டப் பெற்று கேலசில் முண்டுகள் தோன்றுகின்றன என்று வெட்மூர் & ரீர் (Wetmore & Rier) ஆகியோர் கண்டனர். முண்டுகள் ஒரு வட்டத்தில் அமைந்திருப்பதால் தண்டில் சமமான பரவல் நடைபெறுகிறது என்று பெருன்.

பல மொட்டுகள் நெருக்கமாக ஒரு வட்டத்தில் ஒட்டப் பட்டால் முண்டுகள் ஒரே வட்டத்தில் தோன்றின. மொட்டுகளுக்கிடையே இடைவெளியிருந்தால் முண்டுகள் தனித்தனி வட்டங்களில் தோன்றின. ஆக்சின் நிறைந்த அகாரை ஒட்டும்போது ஒரு வட்டத்தில் முண்டுகள் தோன்றின. கேலசினுள் நுண் பைப்பெட் (Micro Pipette) மூலமாக ஆக்சினையும், சர்க்கரையையும் செலுத்தினால் பைப்பெட்டைச் சுற்றி ஒரு முழுவளையம் சைலமும் ஃபுளோயமும் தோன்றின. இவற்றிற் கிடையே கேம்பியம் உண்டு. இந்த கோலங்களுக்கும் வேர் தண்டு ஆகிய வற்றின் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பிற்கும் உள்ள ஒற்றுமையை பலர் குறிப்பிடுகின்றனர்.

ஆக்சின், சர்க்கரை ஆகியவற்றின் செறிவையும், பரவியிருத்தலையும் பொறுத்து பலவித ஸ்டீல் அமைப்புகள் தோன்றுவதாக அவர்கள் கருதுகின்றார்கள். இருந்தாலும் கீழ்க்கண்ட வஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடையும் முறைகளில் ஹார்மோன் தூண்டுதலின் பங்கு என்ன என்பது தெளிவாக்கப் படவேண்டும்.

1. இயல்பாக புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைதல்,

2. புரோகேம்பியம் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைதல்,

3. சிலவற்றில் புரோகேம்பியம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைதல்.

இருவித்திலை அல்லது ஜிம்னோஸ் பெர்ம் தாவரத்தண்டு தொடர்ச்சியாக வேறுபாடு அடையும் பொழுது 'தூண்டுதல் காரணி' (Inductive factor)மேல் நோக்கி செல்வதாக நம்பப்படுகிறது. ஒரு வித்திலைத் தாவரத் தண்டு, இலைஆகியவைகளில் இடை

வளர்ச்சி ஓங்கி நிற்பதால் தூண்டல் முறை மாறுபடலாம்; புரோகேம்பியம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையலாம். கோண மொட்டு அல்லது வேற்றிட மொட்டு அல்லது வேர் துண்டில் வேற்றிட மொட்டு ஆகியவைகளுக்கு தூண்டுதல் வளரும் மொட்டிலிருந்தே கிடைக்கிறது. இதன் விளைவாக முன்னரே உள்ள திசுக்களுடன் இணைப்பு கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவதால் ஏற்படுகிறது. வேறுபாடு அடையாத கேலசு தூண்டப் பெற்றால் தொடர்ச்சியான வாஸ்குலார்த் திசு உண்டாவதில்லை. (வெட்மூர் & ரீர் Wetmore & Rier, 1963) கேலசு திசுவில் வேர்கள் இருந்தால், தொடர்ச்சியாக வாஸ்குலார்த் திசு கேலசு வழியாக கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. (ஸ்டீவர்டு Steward 1958) தூண்டல் காரணி தூண்டலுக்குட்படும் தாவரப் பகுதியின் நிலை, தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வளர்ச்சிக் கோலம் அமையும்.

## சைலம் ஃபுளோயம் ஆகியவற்றின் நிலைத் தொடர்புகள்

## (Positional Relation of xylem and phloem)

வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதில் விளக்கப்படாத செய்தி சைலமும் ஃபுளோயமும் இயல்பாக அமைந்துள்ள நிலையாகும். சைலமும் தண்டின் மையம் நோக்கியும் ஃபுளோயம் தண்டின் வெளிச்சுற்று நோக்கியும் அமைந்துள்ளன. இந்நிலை பிரைமரி செகண்டரி வாஸ்குலார்த் திசுத் தொகுதிகளில் காணப்படுகிறது,

புறம்பட்ட வளர்ச்சியுடைய (Anamalous growth) தாவரங்களும் உள்ஃபுளோயம் உடைய தாவரங்களும் இதற்கு விதி விலக்குகள் ஆகும்:

ஸ்டூவர்டு முதலியோர் (Steward, 1958)வளப்பு கேலசுகளின் சூழ் வட்ட (Concentric) முண்டுகளில் சைலமும் ஃபுளோயமும் அமைந்திருப்பதை உயிர் வேதியியல் (Biochemistry) அடிப்படையில் விளக்குகின்றார்கள்.

1. செல்தொகுதி ஓரளவிற்கு வளரும் பொழுது, உட்செல்களின் சூழ்நிலை மாறுகிறது. ஆகவே உட்செல்களின் போக்கு வெளி செல்களிலிருந்து மாறுபடுகிறது.

2. உட்செல்கள் டிரேகிட்டுகளாக மாறி செல் உட்பொருளை (Cell contents) இழக்கின்றன.

3. ஒரு புண்ணில் தோன்றுவது போல கேம்பிய ஸெல்கள் விக்கின் உறையுடன் கூறுகளுக்கு இடையே தோன்றுகிறது.

4. கேம்பியத்திலிருந்து பிரியும் ஸெல்கள் இறந்த உட் ஸெல்களிலிருந்து வெளியே வளர்ப்புத் திரவம் வரை பரவி அமைந்துள்ளன.

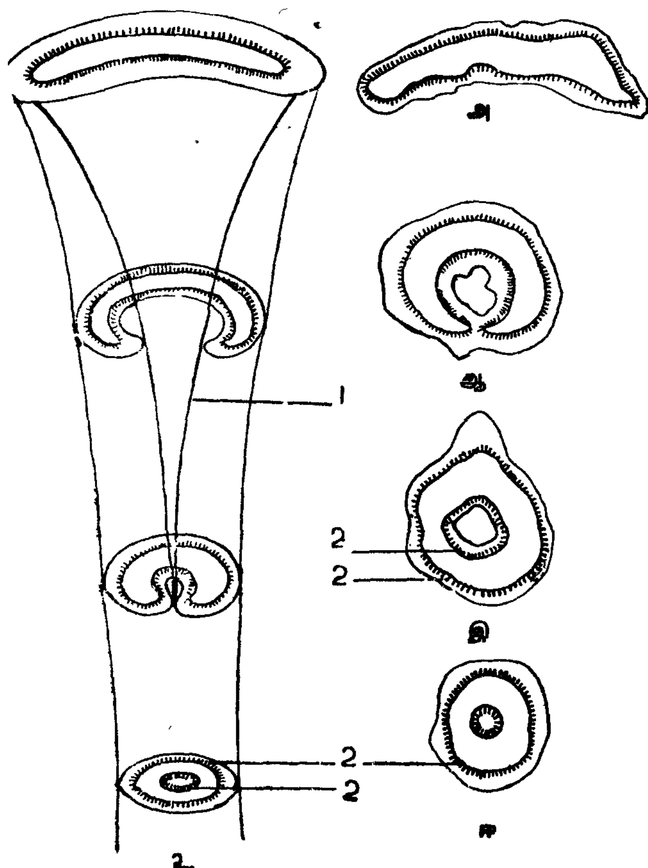
5. வேறுபட்ட ஊட்ட நிலையில் ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைகிறது. ஊட்ட நிலை வேறுபாடு ஆக்சின்- சர்க்கரை செறிவு மாறுவதாலும் உண்டாகலாம்.

இந்த வளக்கம் எல்லாவற்றிற்கும் பொதுவானதல்ல; பொருந்துவதும் அல்ல. ஏனெனில் ஆம் ஃபிவாசல் (Amphivasal) தொகுப்புகளின் தோற்றத்தை இதனால் விளக்க முடியாது. (ஸைலம், ஃபுளோயத்தைச் சூழ்ந்திருக்கும்) இத்தகைய தொகுப்புகள் சில தாவரங்களில் (ஒரு வித்திலை, இருவித்திலைத் தாவரங்களில்) காணப்படுகின்றன. கேம்பியம் தடையில்லாத ஒரு பரப்பிற்குக் கீழே இருப்பதாகவும், வெளிப்புறம் ஃபுளோயத்தையும் உப்புறம் ஸைலத்தையும் உண்டாக்குவதாகவும் பழைய ஆராய்ச்சியாளர்கள் நம்பினார்கள்.

புண்படுத்தப் பட்ட தண்டுகள் துளிர்ப்பதை அப்படையாகக் கொண்டு, வெளியே தெரியும் பகுதிக்கு செங்குத்தில் பல செறிவுகளில் காரணி இருப்பதாக வாரன் வில்சன்ஸ் (warren wilsons, 1961) தெரிவித்தார். காரணி பொறுத்தமான செறிவில் இருக்குமிடத்தில் கேம்பியம் தோன்றியது. வாட்டக் கொள்கை (Gradien Concept) சில தாவரங்களில் ஸைலம் ஃபுளோயம் நிலை மாறி இருப்பதையும் விளக்குகிறது. வாட்டத்தின் திசை ஸைலம்ஃபுளோயம் தோன்றுவதின் திசையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. வாட்டத்தின் திசை மாறும் போது ஸைலம் இடையே ஃபுளோயம் காணப்படுகிறது. லையான்களிலும் (Lianas) புறம் பட்ட குறுக்கு வளர்ச்சிலும் இந்நிலையைக் காணலாம்.

யூஃபிரேசியா (Euphrasia) தாவரத்தண்டில் ஏற்பட்ட இயற்கையான விரிசலில் பித் தெரிந்தது. (படம் 5-2) தடையில்லாத இந்த புதிய பரப்பிற்குக் கீழே தோன்றிய கேம்பியம் ஸைலத்தையும், ஃபுளோயத்தையும் உண்டாக்கியது. விரியாத பித்திற்குள்ளேயும் கேம்பியம் செயல் பட்டது. இதனால் பொதுவான அமைப்பிற்கு எதிர் மாறான ஸைலம்-புளோய அமைப்பு தோன்றியது. (ரூட்ஜர், Rudiger, 1953)

ஸெகண்டரி வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவதில் பௌதிக அழுதத்தின் விளைவுகள் என்ன? என்று பிரேளன், (Brown சாக்ஸ் & Sax, 1962) ஆகியோர் ஆராய்ந்தனர்.




பட்ம் 5-2.

சற்று விரிந்த யூஃபிரேசியா (Euphrasia) தண்டின் அமைப்பு

அ—ஈ. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம், உ. நீள்வெட்டுத் தோற்றம் (மேல் முனை இழுத்துக் கட்டப்பட்டது. கீழ் முனை இயல்பானது)

1. புளவு; 2. சைலம்.

பாபுலஸ் டிரைகோகார்பா (Populus trichocarpa) பைனஸ் ஸ்ட்ரோபஸ் (Pinus strobus) ஆகிய தாவரத் தண்டுகளின் பார்க்கில் (Bark பட்டை) இருந்து நீள்வாட்டுத் துண்டுகள் வெட்டப்பட்டன.

துண்டுகள் மரத்திலிருந்து அரை குறையாக நீக்கப்பட்டு ஈரமாக இருக்குமாறு வைக்கப்பட்டன.

துண்டுகளின் உட்புறம் நெடுக கேம்பியம் தோன்றி வளர்ந்து கேலசை உண்டாக்கியது. இந்த கேலசில் உண்டான ஃபெல்லோஜனும் (Phellogen), வாஸ்குலார் கேம்பியமும் பார்க் துண்டை ஒரு தண்டு அமைப்பு உடையதாக மாற்றி விட்டன. மரத்திலிருந்து பார்க் துண்டை மெல்லிய பிளாஸ்டிக் படலத்தால் பிரித்து அழுத்தி கட்டி விட்டால் கேம்பியம் தொடர்ந்து இயல்பான முறையில் செயல்படுகிறது. இத்தகைய ஆய்வுகள் திசு வளர்ப்புகளிலும் செய்யப்பட்டன.

## வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவதில் வளர்ச்சிப் பொருள்கள்

## (Growth substances in Vascular Differentiation)

### சைலம் (Xylem)

வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடை வதை உறார்மோன்கள் கட்டுப் படுத்துகின்றன என்று மார்போஜெனிச ஆய்வுகள் குறிப்பிடுகின்றன. சைலம் வேறுபாடு அடைவதைக் கட்டுப்படுத்தும் ஆக்சின்களைப் பற்றி ஆராயப்பட்டுள்ளது. புண்பட்ட இடங்களில் சைலம் தோன்றுவது சிறப்பாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. சைல இழையின் தொடர்ச்சியை உடைப்பதன் மூலம் சைலம் வேறுபாடு அடைவது துண்டப்படுகிறது. புதிய சைலத்தை புண் சைலம் (Wound xylem) என்று ராபர்ட்ஸ் ஃபாஸ்கட் (Roberts & Forket, 1962) ஆகியோர் அழைக்கின்றனர். தொடர்பு நீக்கப்பட்ட பகுதிக்கருகிலுள்ள பாரங்கைமாவில் புதிய சைலம் வேறுபாடு அடைந்து தொடர்பற்ற இரண்டு இழைகளையும் இணைக்கிறது.

துளிர்த்தலின் பொழுது சைலம் வேறுபாடு அடைவதைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணி இலைகளிலிருந்து உண்டாகும் ஆக்சின் என்று ஜேகப்ஸ் (Jacobs) 1952, 1954) கோலியஸ் (Colus) தாவரத்தில் கண்டறிந்தார். புண்ணிற்கு மேலுள்ள இலைகளையும், கோண மொட்டுகளையும் நீக்கிவிட்டால் துளிர்த்தல் நடைபெறுவதற்கில்லை. இலை நீக்கிய பகுதியில் ஆக்சினைத் தடவினால் துளிர்த்தல் நடைபெறுகிறது. சைலம் துளிர்ப்பதற்கும் பரவும் ஆக்சின் அளவிற்கும் நெருங்கிய உறவு உண்டு.

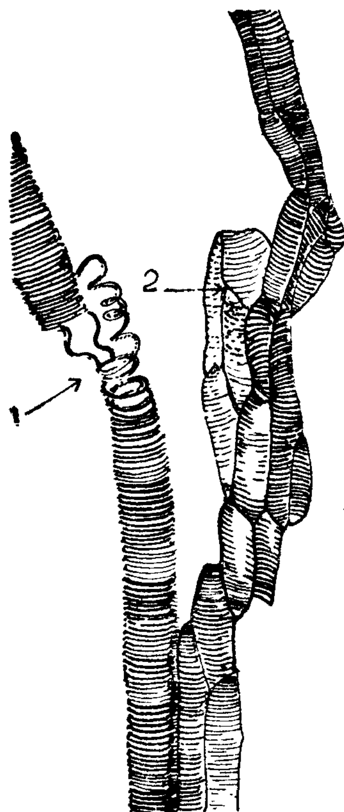
இயல்பான சைலம் வேறுபாடு அடைவதைக் கட்டுப்படுத்துவது ஆக்சின்கள் என்று ஜேகப்ஸ், மாரோ (1957) ஆகியோர்

கூறினர். இயல்பான வளர்ச்சியிலும், துளிர்க்கும் வளர்ச்சியிலும் ஆக்சின்—ஸைலெ உறவை அளவு அடிப்படையில் ஒப்பிட்டனர். ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு செயல்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆக்சின் பாரங்கைமாவை துளர்க்கச் செய்து ஸைலெ ஸெல்களை உண்டாக்குவதைப் போன்று பத்துமடங்கு ஸைலெ செல்களை புரோகேம்பியத்தை தூண்டி உண்டு பண்ணும். "பாரங்கைமா ஸைல்கள் ஏன் ஸைலமாக வேறுபாடு அடைவதில்லை?" என்பதை இது விளக்குகிறது, ஸைலம் தொடர்பு துண்டிக்கப் பட்ட நிலையில் ஆக்சினின் செறிவு அதிகமாயிருந்தால் மட்டுமே பாரங்கைமா ஸைலமாக வேறுபாடு அடையும் பொதுவாக இலை அடிகளில் உள்ள தொடர்பற்ற ஸைலத் தொடக்கத்தை ஆக்சின்-சர்க்கரை விசித அடிப்படையில் ஜேகப்ஸ் (Jacobs 1952) ஆராய்ந்தார். இலை அருகிலுள்ள வாய்ப்புள்ள ஸைல ஸெல்களுக்கு போதுமான ஆக்சின் இலையிலிருந்து கிடைக்கிறது. அடிப்பகுதியிலிருந்து வாஸ்குலார் திசு மூலம் சர்க்கரை குறைவாகக் கிடைக்கிறது. நுனி நோக்கி வேறு பாடு அடையும் ஃபுளோயம் இந்த மட்டத்தை அடைந்த பிறகே இலை அடியில் ஸைலம் வேறுபாடு அடையத் துவங்குகிறது. இலை அடியின் வாய்ப்புள்ள ஸைலம் முதிர்ந்த இலைகளுக்கு அருகே இருக்கும் போது சர்க்கரை நிறைய கிடைக்கிறது. இளம் இலைகளுக்கு தூரத்திலிருந்தால் ஆக்சின் குறைவாகக் கிடைக்கிறது. இவ்வாறாக வேறுபாடு அடைவது அடிநோக்கி செல்லும் ஆக்சினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

தாவர இனங்களில் ஆக்சின் கடத்தப்படுதல் பல கோலங்களில் நடைபெறலாம். அதற்கேற்ப வேறுபாடு அடைவதும் பல வகை கோலங்களில் நடைபெறுவதைக் காண்கிறோம்.

கோலியஸ் (coleus) தாவர உறுப்புத் தண்டில் (Vegetative axis) புண் ஸைலம் தண்டின் அச்சிற்கு இணையாக இருந்தது. (ராபர்ட்ஸ் & பாஸ்கட், Roberts & fosket, 1962). (படம் 5-3) ஆனால் பூக்கும் தண்டுகளில் அச்சுக்குத் தொடர் பில்லாமல் புண் ஸைலம் கிளைத்த ஒரு பின்னலை உண்டாக்கியது. இது கோலியஸின் (coleus) இலைகளும், கோண மொட்டுகளும் நீக்கப்பட்ட உறுப்புத் தண்டின் துண்டு துளிர்க்கும் போது ஏற்படும் ஒழுங்கற்ற தன்மையை ஒத்திருக்கிறது. (ராபர்ட்ஸ் Roberts 1960). இத்தகைய தண்டுகளில் (பூக்கும் தண்டுகள், இலை, மொட்டு நீக்கிய தண்டுகள்) புண் பகுதிகளுக்கு குறைந்த அளவு ஆக்சின் செல்வதாக இவ்விரு ஆராய்ச்சியாளர்களும் கருதினர். கோலியஸ் தண்டு துண்டுகள் வளர்ப்பில் ஸைலம் துளர்த்தலைக் கட்டுப் படுத்தும் காரணி ஆக்சின் ஆகும்.

ஸைலத்தை புண்படுத்தாமலே பாரம்கைமாவில் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவதைத் தூண்ட முடியும் என்று கேலசில் வாஸ்




படம் 5-3.

கோலியஸ் (Coleus) தண்டில் ஸைலம் துளிர்த்தல்

1. ஸைல இழை துண்டிக்கப்பட்ட பகுதி; 2. புண் ஸைலம் தோன்றி வளர்தல்.

குலார் திசு தூண்டுதல் முடிவுகள் காட்டுகின்றன. ஸைலம் வேறுபாடு அடைவதில் சிளட்டா (clutters, 1960) ஆய்வுகள் குறிப்பிடத் தக்கவை. புகையிலை பித்தில் பைப்பெட்டு (Pipetle) மூலம் இந்தோல் அசிடிக் அமிலம் (IAA) செலுத்தப் பட்டது டிரேகிட்டுகள் (Tracheids) ஒழுங்கற்ற முறையில் பித்தில் (Pith) வேறுபாடு அடைந்தன.

டி மாஜியோ, (De Maggio) வெட் மூர் (Wetmore) & மோரல் Morel (1963) ஆகியோர்.

டொடியா பார்பரா (Todea barbara) என்ற பெரணியின் புரோதாலசில் (Prothalleus) சைலம் வேறுபாடு அடையுமாறு தூண்டினர். பெரணியின் முதிர்ந்த ஸ்போரோஃபைட் சாற்றுக் குழாய்களைக் கொண்டிருந்தாலும் டோடியாவின் புரோதாலசில் சைலம் இல்லை. சிறிது சர்க்கரையும், நாப்தைல் அசிடிக் அமிலமும் (NAA) வளர்ப்புக் கரைசலில் சேர்த்தவுடன் மைட்டாடில் (Mitotic) பிரிவு நடைபெற்று, டிரேகிட்டுகளைக் கொண்ட முண்டுகள் புரோதலசில் தோன்றின.

லெம்னு மைனர் (Lemna minor) தாவரத்தில், வளர்ப்புக் கரைசலில் டிரை-ஐயடோ. பென்சாயிக் அமிலம் (Tri-iodo-benzoic Acid) சேர்த்த பொழுது அதிக அளவில் சைலம் வேறுபாடு அடைந்தது. (சார்ஜன்ட், வாங்கர்மன், Wangerman 1959) அதிக விரிவான நரம்பமைப்பு ஆய்வுத் தாவர இலைகளில் உண்டாகியது. இளம் இலைகளில் கிபரிலிக் அமிலம் (Gibberellic Acid) தடவியதும் சொலானம் நைகிரம் (Solanum nigrum) தாவரத்தின் கணு இடை சைலம் அதிகம் வளர்ந்தது. (கிர் மேயர், Giermanyor, 1659).

ஃபுளோயம் (Phloem)

ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவதைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் இப்போது அறியப்பட்டு வருகின்றன. இம்பேதியன்ஸ் (Jmpatiens) தாவரத்தில் ஃபுளோயம் துளிர்த்தலில் ஹார்மோன்களின் விளைவு முதன் முதலில் ஆராயப்பட்டது (கர்ன்-அல்பெஸ்ட், 1934) இவரது முடிவுகள் பின் வருமாறு. புண்ணிற்கு மேலுள்ள சில இலைகளையும், மொட்டுகளையும் நீக்க ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவது குறைந்தது; கீழ் நோக்கிய திசையில் வேறுபாடு அடைதல் நடை பெற்றது. இலையுதிர் கால தண்டு வெட்டுத் துண்டுகள் வேரை உண்டாக்கவில்லை, ஃபுளோயமும் துளிர்கவில்லை. வசந்த கால (Spring) வெட்டுத்துண்டுகள் வேரை உண்டாக்கின; ஃபுளோயமும் துளிர்த்தது. இலைகள், மொட்டுகள் ஆகியவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் ஆக்சினின் அளவு ஃபுளோயம் துளிர்த்தலை கட்டுப் படுத்து வதாக இந்த முடிவுகள் தெரிவிக்கின்றன. (லா மொட்டி & ஜேகப்ஸ், La Moote & Jacobs, 1963). ஃபுளோயம் துளிர்த்தலை ஆக்சின் நேரடியாகப் பாதிப்பதாக இவர்கள் கருதினார்கள். தாவர உறுப்பை காயப்படுத்தும் பொழுது புண்பட்ட ஃபுளோயம் இழைகளின் எண்ணிக்கைக்கும் ஃபுளோயம் துளிர்த்தலுக்கும் தொடர்பு உண்டு. புண்பட்ட ஃபுளோயத்திலிருந்து கசியும் பொருள்கள் துளிர்த்தலில் பங்கு கொள்ளலாம். ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவதை சர்க்கரை கட்டுப்படுத்துகிறது என்று சிலர் நம்புகின்றனர்.

ஃப்ளோயம் வேறுபாடு அடைவதில் சர்க்கரையின் பங்கு என்ன? என்பதை வெட்மூர், (Wetmore & Rier, 1963) ஆகியோர் தெளிவு படுத்தினர்கள்.

ஏற்கனவே செய்த கேலசு திசு ஆய்வுகளில் ஸைலம் ஃப்ளோயம் வேறுபாடு அடைவதை தூண்டுவதற்கும், நிறைவு செய்வதற்கும் ஆக்சினும், சர்க்கரையும் இன்றியமையாதவை என்று உறுதி செய்யப்பட்டது. குறைந்த சர்கரை செறிவில் ஸைலம் வேறுபாடு அடைகிறது; அதிக செறிவுகளில் ஃப்ளோயம் வேறுபாடு அடைகிறது; இடைப்பட்ட செறிவுகளில் இயல்பான ஸைலமும், ஃப்ளோயமும் வேறுபாடு அடைகின்றன. வழக்கமாக இவைகளுக்கிடையே கேம்பியம் (cambium) இருக்கும்.

## முடிவுரை

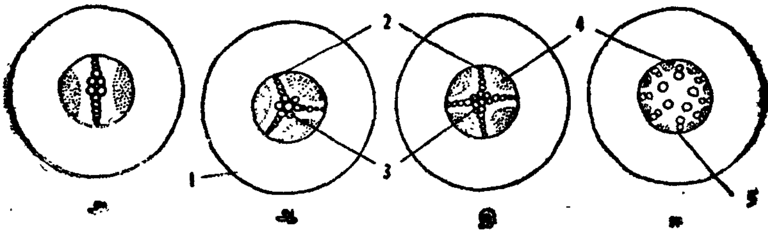
வாஸ்குலார் திசு தூண்டப்படுவதையும், வேறுபாடு அடைவதையும் குறித்து நிரைய செய்திகள் தண்டு மார்போஜெனிச ஆய்வுகளில் கிடைத்துள்ளன. இவற்றில் ஹார் மோன்களின் பங்கும், ஆக்சின்-சர்க்கரை விகிதங்கள் ஸைலஃப்ளோய அளவை நிர்ணயிப்பதும் முக்கியமானவை. பேரிலைத் (Mega phyllous) தாவரங்களில் தண்டின் வாஸ்குலார் திசு அமைப்பை உறுதி செய்வது இலைகளே என்று தண்டுகளில் இலை வளர்ச்சியை தவிர்க்கும் ஆய்வுகள் மூலம் தெரிய வருகிறது. அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் தனிப்படுத்தப்பட்ட நுனிகள் வேற்றிட மொட்டுகளின் வளர்ச்சியை ஒத்திருந்தது. துளிர்க்கும் தண்டின் புரோகேம்பியம் (Procambium, அடி நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து கீழுள்ள தண்டுடன் இணைப்பை ஏற்படுத்தியது. வேறுபாடு அடையாத கேலசில் ஒட்டப்பட்ட மொட்டுகள், சாற்றுக் குழாய்த் திசு இடைய முண்டுகளை கேலசில் உண்டாகுமாறு தூண்டின. இதிலிருந்து கீழுள்ள திசுக்கள் மேல்,மொட்டுகலின் ஆதிக்கம் தெளிவாகிறது. மொட்டுகளுக்குப் பதிலாக ஆக்சினைப் பயன் படுத்தலாம். ஆகவே வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதில் மொட்டுகளின் அடி நோக்கி தூண்டுதல் ஆக்சின் தண்மையுடையது. கேலசின் தூண்டுதலின் பொழுது செல் பிரிவும் வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவதும் நடைபெறுகின்றன.

இயல்பாக வளரும் வாஸ் குலார் திசுக்களை. தூண்டல் காரணமாகத் தோன்றிய திசுக்கள் சில பண்புகளில் ஒத்திருக்கின்றன. மொட்டு ஆய்வுகளில் வாஸ்குலார் திசு தோற்றத்தை நிர்ணயிப்பது நுனி ஆக்குதிசு என்ற முடிவு ஆராய்ச்சிக்குரியது.

ஏனெனில் இலைகளுடன் கூடிய மொட்டுகளே ஒட்டுவதற்குப் பயன் படுத்தப்பட்டன. இளம் இலைகள்தான் ஆக்சினின் நிலைக்களம் என்று பல ஆய்வுகளில் கண்டோம். சைலம் ஃப்ளோயம் துளிர்த் தல் ஆய்வுள்ள ஆக்சினை அளிக்கும் இலைகளின் பங்கை வலியுறுத்து கின்றன. இந்த ஆக்சின்கள் வாஸ்குலார் திசுக் கூறுகள் வேறு பாடு அடைவதை ஊக்குவிக்கின்றன.

# 6. வேர்களில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதல்
## (Vascular Differentiation in Roots)

வேரின் வாஸ்குலார் தொகுதி ஒரு உருளை போல் உள்ளது. வாஸ்குலார் தொகுதியின் வெளிச் சுற்றில் சைலமும்; புளோயமும் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. பிரைமரி சைலம் உறுதியான நடுப் பகுதியாக இருக்கிறது. பொதுவாக விதைத் தாவரங்களின் சைலம் வெளிச் சுற்றை நோக்கி இரண்டு அல்லது பல வளரிகளைக் (Projections) கொண்டிருக்கும். இவ்வளரிகளும் ஃபுளோயம் இழைகளும் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. பித் இருந்தால், பிரைமரி இழைகளாகத் தெரிகின்றது. சைல வளரிகளின் எண்ணிக்கை மாறுபடும். இரண்டு வளரிகள் இருந்தால் டையார்க் (Diarch), மூன்று வளரிகள் இருந்தால் டிரையார்க் (Triarch), நான்கு இருந்தால் டெட்ரார்க் (Tetrarch), பல வளரிகள் இருந்தால் பாலியார்க் (Polyarch) என்று பெயர். (படம் 6-1).




*படம் 6-1.*

வேரில் வாஸ்குலார் திசு அமைப்பின் வகைகள்.

அ. டையார்க் ஆ. டிரையார்க் இ. டெட்ரார்க் ஈ. பாலியார்க்
1. புறணி; 2. புரோட்டோ சைலம்; 3. மெட்டா சைலம் 4. ஃபுளோயம்; 5. ஸ்டீல்.

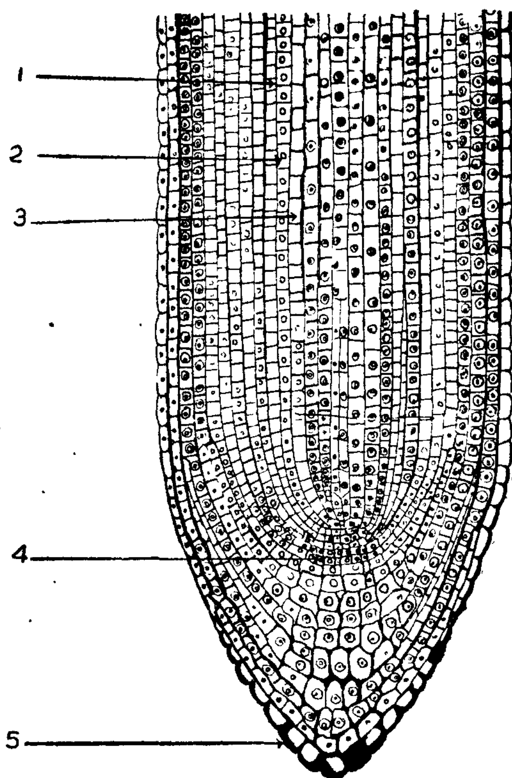
பொதுவாக வேரின் வாஸ்குலார் உருளை தெளிவான அடிப்படைத் திசுவால் சூழப்பட்டுள்ளது. பெரணியின் உட்புற அடுக்கு அகத் தோலாக மாறியுள்ளது. அகத்தோலில் காஸ்பெரியன் (casparian) தடிப்புகளும் இதர உறைத் தடிப்புகளும் உண்டு. அகத்தோலுக்கு உட்புறம் இருப்பது பெரிசைக்கிள். இது ஒரு அடுக்கு, இரண்டு அடுக்கு அல்லது பல அடுக்கு செல்வரிசைகளால் ஆனது. தண்டில் வாஸ்குலார் தொகுதியின் வெளிச்சுற்று பெரிசைக்கிள் என்று அழைக்கப்பட்டது. ஆகவே வேரிலும் அப்பெயர் வரலாயிற்று. இந்த பெயர் தண்டைவிட வேரிற்கே அதிக பொருத்தமாக இருக்கிறது. ஏனெனில் வேரின் பெரிசைக்கிளில் பொதுவாக வாஸ்குலார் கூறுகள் கிடையாது. வேர் பெரிசைக்கிளை சில சமயங்களில் பெரி கேம்பியம் (Pericambium) என்று அழைப்பதுண்டு. இது பெரிசைக்கிளின் மெரிஸ்டத் தன்மையைக் குறிக்கும். ஏனெனில் இது பக்க வேர்களையும், வாஸ்குலார் கேம்பியத்தின் ஒரு பகுதியையும் உண்டாக்குகிறது.

எதிர்கால பெரிசைக்கிள் உள்ளிட்ட முழு நடுக்கம் பத்தையும் புரோ கேம்பியம் என்று அழைப்பதால் வேரில் வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவதை விவரித்தல் எளிதாக உள்ளது. வாய்ப்புள்ள பித் இருந்தால் அது தரை ஆக்குதிசு அல்ல. தண்டு நுனி ஆக்குதிசுவின் அமைப்பைப் பொறுத்து புரோகேம்பிய உருளையை புறணி சூழ்ந்திருக்கலாம், அல்லது சூழாமலும் இருக்கலாம். நுனிக்குக் கீழே புறணியிலிருந்து உருளை தெளிவாக வேறுபட்டிருக்கும். ஏனெனில் இவ்விரு திசுப் பகுதிகளும் ஒன்றுக்கு மற்றொன்று செல்களை வழங்குவதில்லை. தண்டில் வாஸ்குலார் பகுதியையும், புறணியையும் புரைமரி வளர்ச்சியின் பொழுது தெளிவாகப் பிரித்தறிய முடியாது.

## குறுக்கு போக்கில் வேறுபாடு அடைதல்
## (Lottudinal course of Differentiation)

வேரில் பிரைமரி சைலக் கூறுகளும், பிரைபரி ஃபுளோயக் கூறுகளும் பெரிசைக்கிளை அடுத்து முதிர்ச்சி அடைகின்றன. படம் 6-2 பின்னர் தோன்றும் கூறுகள் புரோகேம்பியத்திற்கு உள்ளே ஆழமான பகுதிகளில் அடுத்தடுத்து வேறுபாடு அடைகின்றன. இவ்வாறாக இரண்டு திசுக்களும் சைலம் (ஃபுளோயம்) நுனி நோக்கி முறையில் வளர்கின்றன. பிரைமரிவாஸ்குலார் கூறு தோன்றுமிடங்களை (லோகசுகளை) 'புரோட்டோஃபுளோயம், புரோட்டோ சைலம் துருவங்கள்' என்று எளிதாக விளக்குவதற்காகக் கூறுவார்கள். இங்கு துருவம் (Pole) என்ற சொல் பொருத்த

மற்றது. டையார்க் வேரில் இரண்டு புரோட்டோஃபுளோயம் இரண்டு புரோட்டோஸைலம் துருவங்கள் உள்ளன. புரோட்டோ




படம் 6-2.

தக்காளி வேரின் நீள் வெட்டுப் பகுதி

(வேரில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதின் தொடக்க நிலை) (x 150)
1. அகத்தோல்; 2. பெரிசைக்கிள்; 3 சல்லடைக் கூறு; 4. நுனி ஆக்குத்திசு 5. வேர் மூடி.

மெட்டா திசுக்களிடையே வேறுபாடு தெளிவில்லாமல் இருக்கிறது. தண்டிலும் நிலை அவ்வாறே உள்ளது. புரோட்டோ திசுக்கள் மெட்டாத்திசுக்களாக படிப்படியாக மாறுவதால் வேறுபாடு காண்பது அரிது. ஆகவே இரண்டு திசுக்களையும் வரையறை செய்வது இயலாது. வேரில் புரோட்டோஸைலம் புரோட்டோஃபுளோயம் கூறுகளின் எண்ணிக்கை பொதுவாக மிகவும் குறைவு. சில நேரங்களில் ஒருமுனையில் ஒரு கூறு மட்டும் காணப்படும். குறுக்கு வெட்டுத்

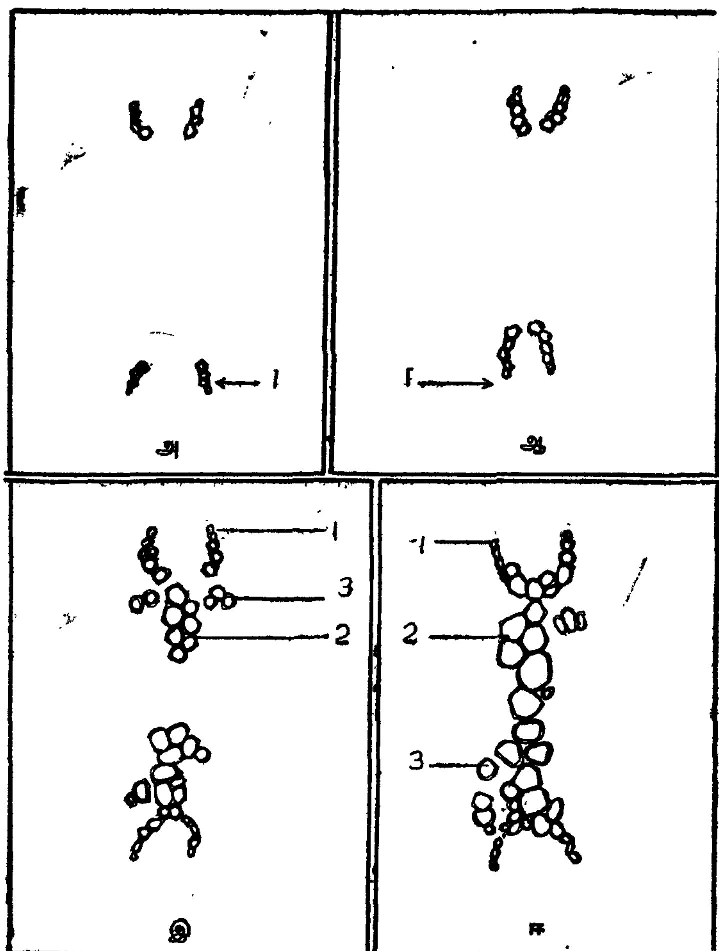
தோற்றத்தில் இது தெரியும். சில வேர்களில் முதலில் தோன்றிய கூறுகளின் தொகுதி முழுவதையும் புரோட்டோ ஃப்புளோயம் புரோட்டோஸைலம் என்று அழைப்பதுண்டு. ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் பிரைமரி ஃப்புளோயம் பல செல்களைக் கொண்டுள்ளது. இத் தாவரங்களில் பல டிரேகியரிக் கூறுகளை (Tracheary elements) புரோட்டோ ஸைலம் என்று அழைக்கலாம். ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் குறுகிய புரோட்டோ ஸைல செல்களையும், ஓரளவு விரிந்த மெட்ட செல்களையும், மிகவும் விரிந்த பின் மெட்டா ஸைல செல்களையும் எளிதில் கண்டறியலாம். இவ் வகைப்பாடு ஸைலம் இன வளர்ச்சி முறை ஒப்பிட்டு ஆய்வுகளில் மிகவும் பயன்படுகிறது.

முதல் ஸைலம் பக்க திசையில் வேறுபாடு அடைவதை படம் 6-3 விளக்குகிறது. இவை பைனஸ் (Pinus) வேரின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள். புரோட்டோஸைலம் இரண்டாகப் பிரிந்துள்ளது. பிளவிற்கு இடையே ஒரு ரெசின் குழாய்(Resin duct) உள்ளது புரோட்டோஸைலம் வாஸ்குலார் உருளையின் வெளிச் சுற்றில் இருப்பதால் எக்சார்க் (Exarch) புரோட்டோஸைலம் எனப் பெயர் பெறும்.

புரைமரி ஸைலக்கூறுகளும் பிரைமரி ஃப்புளோயக் கூறுகளும் பெரிசைக்கின் உள்ளே வேறுபாடு அடைகின்றன. இக் கூறுகள் அகத் தோலைத் தொடுவதில்லை.

சில புல் வேர்களில் பெரிசைகிளின் தோன்றல்களிலிருந்து அல்லது முழு பெரிசைக்கிள் செல்களிலிருந்து புரோட்டோ ஸைல செல்கள் வேறுபாடு அடைகின்றன. அந்த நிலையில் (பெரிசைக்கிளில் புரோட்டோஸைலம் தோன்றும் போது) புரோட்டோ ஸைல செல்கள் அகத்தோலைத் தொடுகின்றன.

புரோட்டோஸைல துருவங்களின் எண்ணிக்கை ஒரு குறிப்பிட்ட தாவரத்தில் நிலையாக இருக்கும். வேரின் குறுக்களவு காரணமாக இது மாறுவதில்லை. (பைனஸ் ரெசினோசா(Pinus resinosa): வில்காக்ஸ் (Wilcox, 1964) சில தாவரங்களில் இந்த எண்ணிக்கை அதிகம் வேறுபடும். லிபோசீட்ரஸ் டெகரன்ஸ் (Libocedrus decurrens) தாவரத்தில் 2 முதல் 6 புரோட்டோ ஸைல துருவங்கள் வரை உள்ளன. பெரிய வேர்களில் புரோட்டோ ஸைல துருவங்கள் அதிகமாக இருந்தாலும் வேரின் அளவிற்கும் புரோட்டோ ஸைல எண்ணிக்கைக்கும் நிலையான உறவு கிடையாது. (வில்காக்ஸ் Wilcox1962)




படம் 6-3

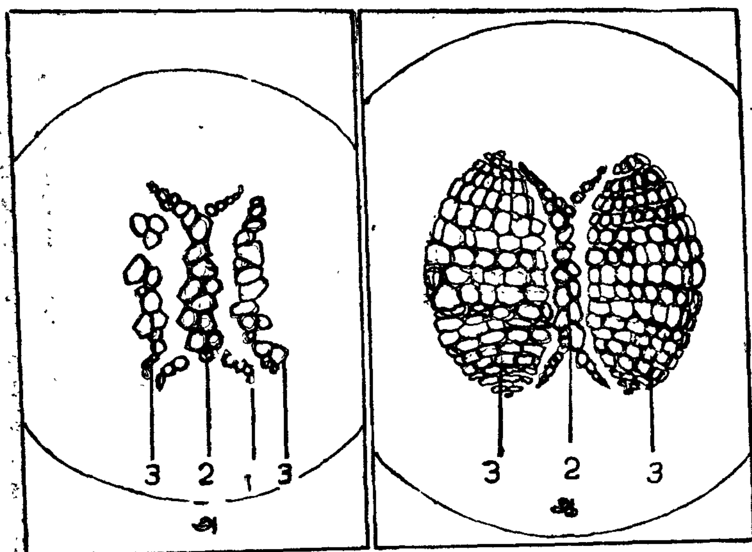
பைனஸ் (Pinus) வேரில் சைலம் வேறுபாடு அடைதல்
(மற்ற திசுக்கள் காட்டப்படவில்லை)

அ. ஆ: புரோட்டோசைலம் உள்நோக்கி வேறுபாடு அடைதல் இ: ஈ மெட்டாசைலம் உள்நோக்கி வேறுபாடு அடைதல்

1. புரோட்டோசைலம்; 2. மெட்டாசைலம்; 3. குறுக்கு சைலம்.
(x80)

புரோட்டோ சைல முனைகளின் எண்ணிக்கைக்கும், புரோகேம்பிய உருளையின் அளவிற்கும் உள்ள உறவு (நுனி ஆக்குதிசுவிற்கு-

அருகே) பொருளுடையது என்று டோரி (Torrey, 1955) கூறுகின்றார். புரோகேம்பிய அளவு வேறுபாடுகளை முதிர்ந்த சாற்றுக்




படம் 6-4.

பைனஸ் (Pinus) வேரில் சைலம் வேறுபாடு அடைதல்

அ: முதல் சைலத்தை குறுக்கு சைலம் சூழ்ந்திருத்தல் ஆ: குறுக்கு சைலம் அளவில் அதிகரித்தல் செல்கள் ஆரவகிசையில் அமைந்துள்ளன.

1. புரோட்டோ சைலம்; 2. மெட்டா சைலம்; 3. குறுக்கு சைலம்

(x 80)

குழாய் உருளையுடன் ஒப்பிடத் தேவையில்லை. ஒரே வேரில் வளர்ச்சியின் பொழுது புரோட்டோ சைல முனைகளின் எண்ணிக்கை மாறுபடலாம். வேரின் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பை உறுதி செய்வதில் நுனி ஆக்குதிசுவின் பங்கை விளக்க இத்தகைய மாறுபாடுகள் மிகவும் பயன்படும். வேர்களில் ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவதைப் பற்றி சைலத்தைவிட குறைவாகவே ஆராயப்பட்டுள்ளது. விதைத் தாவரங்களில் மெட்டா ஃபுளோயத்தைவிட புரோட்டோ ஃபுளோயம் அதிக விரிவாக விளக்கப்படுகின்றது. ஏனெனில் மெட்டாஃபுளோயம் முதிர்ச்சியடையும் நிலைகளை நுண்ணோக்கியில் ஆராய்வதில் சில இடர்கள் உள்ளன. ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் புரோட்டோ ஃபுளோயக் கூறுகள் வேறுபாடு அடையும் வேர்ப் பகுதிகள் ஆக்குதிசு தன்மை உடையவை.

புரோட்டோ ஃப்ளோயத்தை ஆராய்வது எளிது. தெளிவான புரோட்டோ பிளாஸ்டைக் கொண்டிருப்பதால் புரோட்டோ ஃப்புளோயக் கூறுகள் ஆக்குதிசு செல்களிலிருந்து தனித்து நிற்கின்றன. அதிக சார்றுக் குழிக்குட்பட்ட வேர்ப் பகுதிகளில் மெட்டா ஃப்புளோயக் கூறுகள் வேறுபாடு அடைகின்றன. இப் பகுதிகள் நுண் தயாரிப்புகளில் (Micropreparation) சிதைந்து காணப்படுகின்றன. மேலும் சல்லடைக் கூறுகள் அளவிலும், உறைத் தடிமனிலும் சிறிது வேறுபடுகின்றன. புரோட்டோ பிளாசச் செறிவிலும் வேறுபடுகின்றன. மெட்டா ஃப்புளோயச் செல்கள் பொதுவாக அகலமாயிருப்பதால் ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் இதனை அறிவது எளிது.

புரோகேம்பியத்தில் வாஸ்குலார்க் கூறுகள் வேறுபாடு அடைவதையும், கடத்து கூறுகள் முதிர்ச்சி அடைவதையும், பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுதி தோன்றுமாறு செய்யும் சைடோ-ஹிஸ்டோலாஜிக் (Cyto-histologic) மாறுபாடுகளையும் வேறுபடுத்தி அறிய வேண்டும். பக்க திசையில் வேறுபாடு அடையும் தொடக்க நிலைகள், முதிர்த்தலின் வரிசை நிலைகளிலிருந்து மாறுபட்டது; பொதுவாக மெட்டா சைலம் செல்களில் செல் பிரிவு நிற்கிறது. சாற்றுக் குழிகள் தோன்றுகின்றன; பெருத்தல் நடைபெறுகிறது. இந் நிகழ்ச்சிகள் கேம்பியத்திற்கும் முன்னதாக மெட்டா சைலத்தில் நடைபெறுகின்றன (பன்னிங், Bunning, 1951; ஹெய்ம்ஸ், Heimsch, 1951). இவ்வாறாக சைலம் தொடக்க நிலையில் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. பிறகு நுனி நோக்கி முதிர்ச்சி அடைகிறது.

மெட்டா சைலம் வேறுபாடு அடைவதும், அதனுடன் சைலத்தின் அடிப்படை அமைப்பு (டையார்க், Diarch டிரையார்க் Triarch என்று) வேறுபாடு அடைவதும் நுனிதோற்றுவிகளுக்கு (apical initails) அருகில் நடைபெறுகின்றன.

ஹோர்டியத்தில் (Hordeum) நுனிக்கும் வேறுபாடு அடையும் இடத்திற்கும் உள்ள தூரம் 300 மைக்ரான்கள் (ஹெய்ம்ஸ், Heimsch, 1951) ஆகும்.

பைசத்தில் (Plsum) இந்த தூரம் 175 மைக்ரான்கள் (டோரி Torrey, 1955) ஆகும்.

லிபோசிட்ரசில் (Libocedrus) இந்த தூரம் 100 மைக்ரான்கள் (வில்காக்ஸ் Wilcox, 1962) ஆகும்.

வளர்ப்பு திரவங்களில் வளர்க்கப்பட்ட பார்லி (ஹோர்டியம் Hordeum) தாவரங்களில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதை, ஹெய்ம்ஸ் (Heimsch, 1951) விவரித்தார். எல்லா வாஸ்குலார்க் கூறுகளும் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து, முதிர்ச்சி அடைகின்றன. முதிராத வாஸ்குலார்த் திசு வரிசையின் முனை செல்லாக ஒரு கூறு கரையிடப்பட்டால் அது வேறுபாடு அடைவதின் தொடக்கமாகக் கருதப்படும். முதிர்ச்சி என்பது வேறுபாடு அடைவதின் இறுதி நிலையைக் குறிக்கும். புரோட்டோ ஃப்புளோய சல்லடைக் குழாய்கள் நுனிக்கு அருகில் முதலில் முதிர்கின்றன. இதற்குப் பிறகு புரோட்டோ ஸைலம் முதிர்கிறது. மெட்டா ஃப்புளோயமும், மெட்டா ஸைலமும் வேரின் ஒரே மட்டத்தில் முதிர்ச்சி அடைகின்றன. நுனிக்கு வெகு தூரத்தில் பின் மெட்டா ஸைலம் முதிர்ச்சியடைகிறது. பொதுவாக நுனிக்கு கீழ் 300 மைக்ரான்களுக்குள்ளாக எல்லா வாஸ்குலார்த் திசுக்களும் வேறுபாடு அடையத் தொடங்குகின்றன. நுனிக்கு வெகு அருகில் பின் மெட்டா ஸைலக் கூறுகள்வேறுபாடு அடையத் தொடங்குகின்றன. ஸ்டீலின் தோற்றுவிகளுக்கு கீழே இவைத் தெரியும். வேர் முனைக்கு வெகு தூரத்தில் புரோட்டோ ஸைலக் கூறுகள் வேறுபாடு அடைகின்றன. வேரில் எந்த ஒரு மட்டத்திலும் புரோட்டோ ஸைலக் கூறுகள் வேறுபாடு அடைவது வெளி நோக்கிய திசையில் நடைபெறுகிறது.

ஸ்டீலின் வெளிச் சுற்று மெரிஸ்ட இயல்புடன் இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். ஆனால் வாஸ்குலார்த் திசு முதிர்ச்சி அடைவது மையம் நோக்கி உள்ளது. வளர்ச்சியின் பல நிலைகளில் உள்ள வேர்கள், வேறுபாடு அடைந்த முதிர்ந்த வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் வேறுபட்ட அமைப்புகளைக் காட்டுகின்றன. இதிலிருந்து திசுக்களின் அமைப்பு வளர்ச்சியின் பொழுது வேறுபடுகிறது என்று தெரிகிறது. வேர் நுனிக்கும் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றும் பகுதிக்கும் உள்ள தூரம் வேர்களில் பொதுவாக நிலையானது. ஆனால் வேர் நுனிக்கும் வாஸ்குலார்த் திசு முதிர்ச்சியடையும் இடத்திற்கும் தூரம் வேருக்கு வேர் மாறுபடுகிறது. விரைவாக நீளும் வேர்களில் இந்த தூரம் மிகவும் அதிகம். குறைவாக நீளும் வேர்களில் இந்த தூரம் மிகவும் குறைவு.

ஃப்புளோயக் கூறு தாய்செல்களைத் தோற்றுவிக்கும் செல் பிரிவு நடைபெறுவதற்கு முன்னரே மெட்டா ஸைலத்தை அறிய முடியும் (டோரி, Torrey, 1955). இதைப் புல் வேர்களில் எளிதில் நிர்ணயிக்கலாம். புரோட்டோஃப்புளோய சல்லடைக் கூறுகள் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியில் தெளிவாக அமைந்துள்ளன.

ஏபிஸ் (Abies) தாவரத்தில் மெட்டா ஸைலத்தைவிட முன்னதாக ஃப்புளோய முன்னோடியில் (precursor) சாற்றுக் குழி தோன்றுகிறது ஆனால் தொடக்க நிலையில் புரோட்டோ ஸைலத்தைவிட முன்னதாக மெட்டா ஸைலம் வேறுபாடு அடைகிறது. விதைத் தாவரங்களில் மெட்டா ஸைலம் வேறுபாடு அடைவது வேரை தண்டிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறியும் பண்புகளில் ஒன்று ஆகும். தண்டில் புரோட்டோ ஸைலத்தில் புரோகேம்பியப் பிரிவுகள் முதலில் நிர்கின்றன. முதல் ஸைலம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது; பிறகு அதே திசையில் முதிர்ச்சி அடைகிறது.

## நீள் வாட்டுத் திசையில் வேறுபாடு அடைதல்
## (Longitudinal Course of Differentiation)

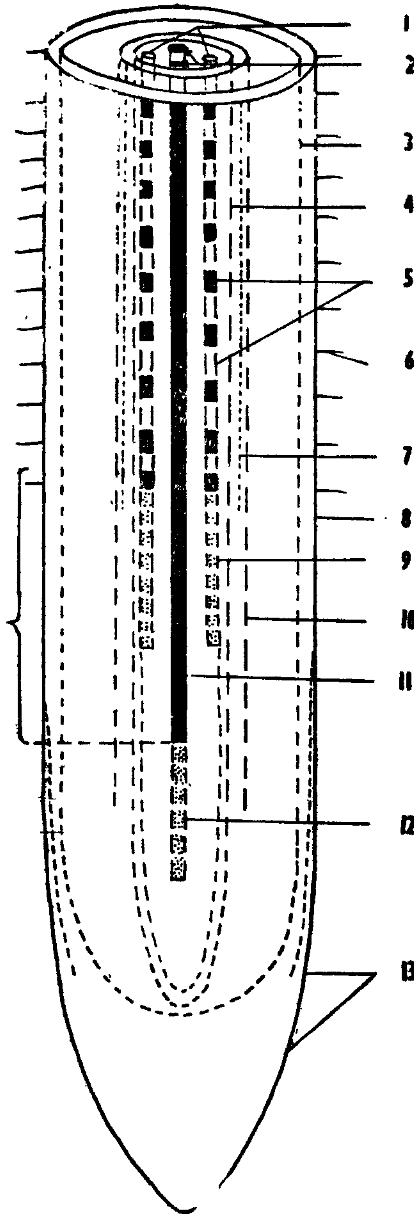
தண்டுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேரில் வாஸ்குலார்த் தொகுதி நீள் வாட்டுத் திசையில் வேறுபாடு அடைவது மிகவும் எளிமையானது. நுனி ஆக்குதிசு உண்டாக்கும் புரோகேம்பியத் தூண் இலை இழுவை, (leaf trace) இலை இடைவெளி ஆகியவை இன்றி எளிமையாக உள்ளது. புரோகேம்பிய தொடர்ச்சியாகவும் நுனி நோக்கியும் வேறுபாடு அடைகிறது. இதே போல புரோட்டோ ஸைலத் திசுக்களும் தொடர்ச்சியாக நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன.

ஒரு இரு வித்திலைத் தாவர வேரில் முதல் புரோட்டோ ஃப்புளோய, புரோட்டோ ஸைலக் கூறுகள் நீள் வாட்டுத் திசையில் முதிர்ச்சி அடைவதைக் காண்போம் (படம் 6-5).

1. பிரைமரி சல்லடைக் கூறுகள் நுனி ஆக்குதிசுவிற்கு மிக அருகில் முதிர்ச்சி அடைகின்றன.

2. ஸைலமும், ஃப்புளோயமும் தொடர்ச்சியாகவும் நுனி நோக்கியும் வேறுபாடு அடைகின்றன.

விரைவாக நீளும் வேர் பகுதியில் சல்லடைக் கூறுகள் முதிர்ச்சியடைகின்றன (ஜென்சன் & காவால்ஜியன், Jensen & Kavaljian, 1958; குட்வின் & ஸ்டெப்கா Goodin & Stepka, 1945). ஆனால் பிரைமரி ஸைலம் பொதுவாக நீளும் பகுதிக்கு அப்பால் முதிர்ச்சியடைகிறது. இவ்வுறவு காரணமாக வேரின் புரோட்டோ ஸைலத்தில் நீட்சியடையக் கூடிய செகண்டரி உறைகள் கிடையாது. உறுதியாக நீளும் வேர்களில் மட்டும் வளைய, சுருள் வளைய தடிப்புகளை ஷெரர் (Scherer, 1904) கண்டார். நுனி ஆக்குதிசுவிற்கும் முதிர்ந்த பிரைமரி ஃப்புளோய, ஸைலக் கூறு




**படம் 6-5.**

நிகோடியானு (Nicotiana) நீள் வெட்டுப் பகுதி.

சைலமும் ஃபுளோயமும் நுனிநோக்கி வேறுபாடு அடைவதை அம்புக் குறிகள் குறிக்கின்றன.

1. புரோட்டோ சைலம்; 2. புரோட்டோ ஃபுளோயம்; 3. புறணி; 4. பெரிசைக்கிள்; 5. சைலம்; 6. வேர்த் தூவி; 7. காஸ்பேரியன் பட்டை; 8. புறத் தோல்; 9. முதிராத சைலம்; 10. அகத்தோல்; 11. ஃபுளோயம்; 12. முதிராத ஃபுளோயம்; 13. வேர் மூடி.

களுக்கும் உள்ள தூரம் வேர் வளர்ச்சியின் வகைக்கேற்ப மாறுபடு கிறது. பொதுவாகப் பார்க்குமிடத்து விரைவாக வளரும் வேர் களில் இத் தூரம் அதிகமாகவும், மெதுவாக வளரும் வேர்களில் இத் தூரம் குறைவாகவும் உள்ளது. சில எடுத்துக்காட்டுகளை அட்டவணையில் காண்க.

ஏபிஸ் புரோசிரா (Abies procira) தாவரத்தில் ஒரு நாளைக்கு மி.மி. வளர்சின்ற வேர் நுனியிலிருந்து 350 மைக்ரான்கள் தூரத்தில் ஃபுளோயம் முதிர்ச்சி அடைவதாக வில்காக்ஸ் (Wilcox, 1954) கணக்கிட்டார். ஒரு நாளைக்கு 2 2 வளரும் வேர்களில் 150 மைக்ரான்கள் தூரத்தில் ஃபுளோயம் முதிர்ச்சியடைந்தது. விரைவாக வளரும் வேரில் நுனியிலிருந்து 7000 மைக்ரான்கள் தூரத்தில் புரோட்டோ ஸைலம் முதிர்ச்சியடைந்தது. நீட்சியடை வது நின்று நான்கு தினங்களுக்குப் பிறகு 500 மைக்ரான்கள் தொலைவிலும், உறக்க நிலை (dormant) வேர்களில் 50 மைக்ரான் களுக்கும் குறைந்த தொலைவிலும் புரோட்டோ ஸைலம் முதிர்ச்சி அடைந்தது.

லிபோசிட்ரஸ் (Libocedrus) தாவர உறக்க நிலை வேர் நுனிக்கும் முதிர்ந்த புரோட்டோ ஸைலத்திற்கும் உள்ள தூரம் 400 மைக்ரான்கள் ஆகும். ஒரு நாளைக்கு 5 மி.மி. க்கும் அதிகமாக வளரும் வேர்களில் இத் தூரம் 5 மி.மி.க்கும் அதிகமாகும் (வில்காக்ஸ், Wilcox, 1962).

விரைவாக வளரும் வேரில் சிறிது தூரத்திற்கு மெட்டா ஸைலம் முதிர்ச்சியடைகிறது. ஆகவே நுனிக்கு சற்று தொலைவில் மெட்டாஸைலம் முதிர்ச்சியடைவது நிறைவுபெறுகிறது. ஹுமுலஸ் (Humulus) தாவரத்தில் நுனிக்கு 15 மி.மி. தொலைவில் முதிர்ச்சி அடைவது நிறைவு பெறுகிறது (மில்லர் Miller) 1958) லிபோசிட்ர சில் (Libocedrus) ஒரு நாளைக்கு 5 மிமி வளரும் வேர் நுனிக்கு 13 செ மீ தொலைவில் இந் நிலை உள்ளது. (வில்காக்ஸ் Wilcox 1962)

வேர் நுனி டிரேகியரி கூறுகளில் நியூக்ளியஸ் இருப்பதற்குக் காரணம் மெட்டாஸைலம் மெதுவாக முதிர்ச்சியடைவதாகும். பொதுவாக தாய் வேர்களின் பெரிசைக் கிளில் பக்க வேர்கள் தோன்றுசின்றன. பக்க வேர்களில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்று வது முழுமையாக ஆராயப்படவில்லை. ஆகவே தாய் வேர்களின் வாஸ்குலார்த் திசு இணைப்பு வேறுபாடு அடைவது குறித்து பொது விதி வகுக்க இயலாது. டாகஸ் (Daucus) தாவர பக்க வேர்களில் ஸைலம் தானுகத் தோன்றி கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து

தாய் வேருடன் தொடர்பு கொள்வதாக திபால்ட் (Thebault) அறிவித்தார். பைசம்(Pisum)வளர்ப்பு வேர்களில் பெரிசைக்கிளின் தோன்றல்களிலிருந்து பக்க வேர்களின் ஸைலம் உண்டாகி வேறுபாடு அடைகிறது என்று டோரி (Torey1955) தெரிவித்தார். அதன் பிறகு பக்க வேரின் புரோ கேம்பியத்தில் டிரேகியரிக் கூறுகள் நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகின்றன. பொதுவாக ஆணிவேரின் வாஸ்குலார்த் தொகுதி வேறுபாடு அடைவது பக்க வேர்களால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. சில நேரங்களில் பக்க வேர்களில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றும் போது தாய் வேர்களின் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவது தூண்டப்படலாம்.

## ஆய்வுக்குட்பட்ட வேர்களில் வாஸ்குலார் திசு தோன்றுதல்

## (Vascularization in Expeimenlally Treated Roots)

தொடக்க காலத்தில் பெரும் பான்மையான மார்போஜெனிச ஆய்வுகள் பெரணி (Fern) தண்டுகளின் நுனி ஆக்குத் திசுவில் செய்யப்பட்டன. தற்போது வேரிலும் ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன. வளர்ச்சி, வேறுபாடு அடைதல் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் ஆய்வுகளுக்கு வேர் இணக்கமுடையது (டோரி Torey, 1963) பல வகை வாஸ்குலார் அமைப்புகள் தோன்றுவதின் முறையை அறியவும், இதில் 'நுனி ஆக்குத் திசுவின் பங்கு என்ன?' என்பதை அறியவும் வேரில் மார்போஜெனிச ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன. கட்டுப்படுத்தும் விசை அமைந்துள்ள இடத்தைப் பற்றி இரண்டு கருத்துக்கள் உள்ளன. வேரின் முதிர்ந்த பகுதியில் உள்ள கோலம் புதிதாக வளரும் வேர் நுனியின் கோலத்தை நுனி நோக்கிய முறையில் கட்டுப்படுத்துகிறது என்பது ஒரு கருத்து. இக்கோலம் நுனி ஆக்குத் திசுவின் கட்டுப் பாட்டில் உள்ளது என்பது மற்றொரு கருத்து. இயல்பாக வளரும் அல்லது வளர்ப்புக் கரைசலில் வளரும் வேர் நுனிகளைத் துளைத்தல், பிளத்தல்' வெட்டுதல், ஆகிய செயல்கள் ஆராய்ச்சி முறைகளாகப் பயன் படுகின்றன. ஆக்சின்கள், வேதிப் பொருள்கள் அறுவை முறைகள் முதலியனவும் பயன்படும்.

ஜோஸ்ட் (Jost, 1931-1932) என்பவர் வேர் நுனியை வெட்டி நீக்கி ஆராய்ந்தார். முதிர்ந்த வேரின் கோலம் அறுவைக்குப் பிறகு தோன்றும் வேர்ப் பகுதியின் அமைப்பை இயக்குவதாக அவர் தெரிவித்தார். ஒவ்வொரு வரிசை வெஸல் உறுப்புகளும் புதிய வெஸல் உறுப்புகள் தோன்ற நுனி நோக்கிய முறையில் தூண்டுவதாகக் கூறினர்.

இவர் தம் கருத்தை பன்னிங் (Bunning, 1952) என்பவர் ஒரு புதிய வழியில் சோதித்தார். விசியா பேபா (Vicia faba) தாவர வேரின் நுனியை சுமார் 2 மி·மி. அளவிற்கு வெட்டி நீக்கினர்· மறுபடியும் நுனியை அதே வேருடன் பொருத்தினர். இரு பகுதிகளும் (நுனியும் வேரும்) இணைந்தன. முன்பு வெட்டி நீக்கப்பட்ட நுனியில் சைலம் வேறுபாடு அடைந்தது. நுனிக்கும் அடிப் பகுதிக்கும் இடையே பிளாஸ்டிக் படலம் ஒன்றை வைத்து இரு பகுதிகளையும் பிரித்து வைத்தபோதும் சைலம் வேறுபாடு அடைந்தது. நுனியில் புதிதாகத் தோன்றிய வெஸல்கள் அடிப் பகுதியில் உள்ள வெஸல்களுடன் ஒரு நேர் கோட்டில் அமைய வில்லை, ஆனால் நுனியும் அடிப் பகுதியும் சேர்ந்து வளரும் பொழுது இடைப்பட்ட செல்களில் தோன்றும் சைலம் பாலமாக அமைந்து இரண்டையும் இணைக்கின்றது.

அடிப் பகுதியுடன் நுனியை ஒரு ஓரமாக பொருத்தினாலும் இதே முடிவுகள் கிடைத்தன.

நுனியில் வாஸ்குலார்க் கோலம் முன்னரே முடிவு செய்யப் பட்டுள்ளது. கீழுள்ள திசுக்களிலிருந்து வரும் தூண்டுதல் இக் கோலம் வேறுபாடு அடையத் துணை செய்கிறது என்று பன்னிங் (Bunning, 1962) கருதினர்.

உள்ளமைப்பு அடிப்புடையில் வேரில் முதல் 2 மி.மி.- சைலத்தின் கோலம் (சாற்றுக் குழி நிறைந்த மெட்டா சைலத் துடன்) தெளிவாகத் தெரியும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். ஆனல் வேரின் 2 மி.மி-பகுதியில் புரோட்டோ ஃப்புளோயம் வேறுபாடு அடைவதின் இறுதி நிலையில் உள்ளது. ஆக கோலங்களின் தோற்றம் இன்னும் தெளிவாக ஆராயப்பட வேண்டியுள்ளது. இத் துறையில் ரீன்ஹார்டு (Reinhard 1954) டோரி (Torrey, 1955) ஆகியோரது ஆராய்ச்சி குறிப்பிடத்தக்கது. பைசம் (Pisum) வேர் நுனியை ரீன்ஹார்டு (Reinhard' 1954) பல துண்டுகளாக்கினர்· ஒவ்வொரு துண்டிலும் ஆக்குதிசுக்கள் வேறுபாடு அடைவதின் பல நிலைகளில் இருந்தன. துண்டுகளை வளர்ப்புக் கரைசலில் வைத்து அவை துளிர்ப்பதை ஆராய்ந்தார்.

1. துண்டு 1-ல் வேர் மூடியும், நுனி தோற்றுவிகளும் இருந்தன. வேறுபாடு அடையாத ஒரு தொகுதியை உண்டாக் கியது.

2. துண்டு 2-ல் நுனி தோற்றிவிகளும் அதன் கீழுள்ள நடுத் திசுக்களும் முதலில் ஒழுங்கற்ற முறையில் வளர்ந்தாலும், பிறகு

புறணி, நடுப் பகுதி என்று வேறுபாடு அடைந்தன. சில சூழ்நிலை களில் பக்க வேர்களும் தோன்றின.

3. துண்டு 3, 4-களில் அடுத்தடுத்துள்ள இரு புரோகேம்பியப் பகுதிகள் இருந்தன. இவை இரண்டும் கேலசு வளர்ச்சியை தூண்டின. அதில் ஓரளவ ஸைலம் வேறுபாடு அடைந்தது. ஆனால் எந்த முறையான கோலத்தையும் உண்டாக்கவில்லை.

இளம் புறணி, புறத்தோல் உடைய துண்டுகள் இயல்பாகத் தோற்றமளிக்கும் அதே வகைத் திசுக்களாக வளர்ந்தன. பல வேர்த் தூவிகளையும் (root hairs) உண்டாக்கின.

இறுதியாக வேர்ப் பகுதியில் முதல் மூன்று துண்டுகளிலிருந்த பொருள்கள் இருந்தால், இயல்பான வேர் வளர்ச்சி நடைபெறு கிறது. துண்டிற்கும் புதிய வளர்ச்சிக்கும் இடையே பொருந்து வாய் (suture) தெரிவதில்லை. முதிர்ந்த வேர் திசுக்கள் ஆக்குதிசுப் பகுதியின் செயலை கட்டுப்படுத்தவில்லை என்று ரீன்ஹார்டு (Reinhard, 1954) முடிவு செய்தார். போதிய அளவு வாஸ்குலார் உருளை இருந்தால் (நுனி ஆக்குதிசுவிற்கு 700-800 மைக்ரான்கள் கீழே) இயல்பான வேர் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இந்த மட்டத்தில் ஸைலத்தின் கோலம் பைசம் (Pisum) வேரில் நிர்ண யிக்கப்படுகிறது. முதிர்ந்த ப்ரோட்டோஃபுளோய ஸெல்கள் இருக்கின்றன என்று (Torrey, 1955) டோரி கூறினர்.

வேர் நுனிக்கு 100-200 மைக்ரான்கள் கீழே உள்ள துண்டு தான் தானாகச் செயலாற்றக் கூடிய மிகச் சிறிய துண்டு என்று டோரி (Torrey, 1963) கருதினர். ஆனால் அது இயல்பாக வளர வில்லை. இது சில நேரங்களில் பக்க வேர்களைத் தோற்றுவித் ம்ாலும் நுனி ஆக்குதிசுவை உண்டாக்கவில்லை. டோரியின் (Torrey, 1955) ஆய்வு ஒன்றில் நுனிக்கு கீழுள்ள 200 மைக்ரான்கள் உள்ளிட்ட ½ மி.மி. துண்டை வளர்க்க தனி ஊட்டங்கள் தேவைப் படுகிறது. இவை அளிக்கப்பட்டால் தனிப்படுத்தப்பட்ட நுனி இயல்பான வேராக வளர்ந்தது. நுனியில் முதிர்ந்த புரோட்டோ ஃபுளோயக் கூறுகள் இல்லை.

பைசம் (Pisum) தாவர வேர் நுனிகளில் (½ மி.மி நீள முள்ளவை) வாஸ்குலார்க் கோலம் தோன்றுவதை டோரி (Torrey, 1955) ஆராய்ந்தார். வளர்க்கப்பட்ட பல வேர் நுனிகளில் இயல்பான டிரையார்க் (Triarch) கோலம் தோன்றியது. ஆனால் சிலவற்றில் உரிய கோலம் குறைந்து டையார்க் (Diarch) மானர்க் (Monarch) ஒன்று ஆயிற்று. குறைந்த கோலமுடைய வே நீர்ளு

போது அதன் புரோகேம்பிய உருளை அகலமாகி டிரையார்க் (Triarch) கோலம் தோன்றியது.

டோரி (Torrey, 1957) வளர்ப்பு வேர்கள் துளிர்த்தலை ஆராய்ந்தார். ½ மி.மி. நுனிப் பகுதி நீக்கப்பட்ட வேர்கள் புதிய நுனி ஆக்குதிசுவை உண்டாக்கின. ஆக்சின் இல்லாத ஊடகத்தில் (medium) தொடர்ச்சியான இயல்பான டிரையார்க் கோலம் தோன்றியது. மாறுபட்ட கோலங்களும் தோன்றின. ஆனால் தொடர்ச்சியற்று இருந்தன. ஆக்சின் அதிகமாக உள்ள ஊடகத்தில் மெதுவாக வளரும் வேர்கள் ஹெக்சார்க் (Hexarch) கோலத்தை தோற்றுவித்தன. ஆக்சின் குறைவாயுள்ள ஊடகத்தில் எஹக்சார்க் கோலம், பென்டார்க், (Pentarch) டெட்ரார்க் (Tetrarch) என்று குறைந்தது. இயல்பான ஊடகத்தில் இயல்பான கோலமாகிய டிரையார்க் தோன்றியது. வேறுபட்ட பல நிலைகளிலும் செய்த ஆய்வு முடிவுகள் ஒன்றுதான். ஆக்சின் செறிவு அதிகரிக்கும் போது முனை அருகே புரோகேம்பியத்தின் பக்கவாட்டு செல்கள் அளவில் பருக்கின்றன; எண்ணிக்கையில் அதிகரிக்கின்றன.

மற்றொரு ஆய்வில் டோரி (Torrey, 1963) ஊடகத்தில் ஆக்சினையும் அதிக செறிவுள்ள கைனடினையும் (Kinetin) சேர்த்தார். இதில் வளர்ந்த வேர்கள் புதிய நுனியை உண்டாக்கின. வேர்களின் நீட்சி குறைந்தது. சாற்றுக் குழாய் அமைப்பு மாறியது. (Radially alternate லிருந்து Concentric காக) அதாவது ஆரப்போக்கு மாற்று அமைப்பு சூழ் வட்ட அமைப்பாக மாறியது. இயல்பான ஊடகத்திற்கு மாற்த வேர் மறுபடியும் இயல்பான ஸைலஃப்புளோய அமைப்பை உண்டாக்கியது.

சினாப்ஸிஸின் (Sinapsis) தாவர டையார்க் வேர்நுனி நீள்வாட்டில் ட்டபிளக்கப்பது. நுனிதுளிர்க்கும்போது சாற்றுக் குழாய்க் கோலத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களை ரீன்ஹார்டு (Reinhard, 1956) ஆராய்ந்தார். இரண்டு வேர்நுனிகள் துளிர்த்தன. அதில் ஒன்று அல்லது இரண்டுமே சிறிதுகாலம் டிரையார்க்காக இருந்தது. பின்னர் டிரையார்க் நிலை டையார்க்காக மாறியது.

நுதியில் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பை நிர்ணயிப்பது முனை என்றும் கீழுள்ள முதிர்ந்த திசுக்கள் அல்ல என்றும் டோரியும் ரீன்ஹார்டும் (Torrey & Reinhard) முடிவு செய்தனர். நுனி ஆக்குத் திசுவிற்குக் கீழ் பகுதியில் ஹார்மோன் தோன்றுவதாக டோரி (1963) கருதினர். நுனி ஆக்குத் திசுவிற்குக் கீழ்ப்பகுதி குறைந்த

வளர்சிதை மாற்றமுடையது. குறைந்த செல்பிருவு உடையது என்ற உறுதி படுத்தப்பட்ட கருத்திற்கு எதிராக டோரியின் (Torrey 1963) கருத்து உள்ளது. இதை குளோவ்ஸ் Clowess, (1961) அமைதி யுற்ற மையம் (Quiesc Cententre) என்று வர்ணித்தார்.

நுனி ஆக்குத்திசு ஹார்மோன் பொருட்களை உண்டு பண்ண லாம். அதிக செறிவுள்ள ஆக்சின் செல்பிரிவையும் வளர்சிதை மாற்றங்களையும் தடைசெய்கிறது என்பது டோரியின் (Torrey 1951, 1963) கருத்து. நுனியிலிருந்து கீழ்நோக்கி செல்லும் அளவான செறிவுள்ள ஆக்சின் பொருள்கள் மற்ற காரணிகளுடன் வினையாற் றுவதால் பிரைமாரி திசு வேறுபாடு அடைகிறது. குறிப்பாக நுனிக் குள் தோன்றும் ஹார்மோன்கள் (Hormones) செல் அமைப்பை யும், செல் பிரிவின் விரைவையும் திசையையும் நிர்ணயிக்கின்றன.

வாஸ்குலார்க் சேம்பியம் தோன்றுவதையும் ஏ்யஜீயழஜர் கட்டுப்படுத்துவதாக டேபரி(Torey 1963) கருதினர். ஆனால் வேரில் ஹார்மோன்கள் முனையிலிருந்து அடிநோக்கி செல்வதற்குப் பதில் அடிப்பகுதியிலிருந்து நுனிநோக்கிய முறையில் முனைக்குச் செல்கின்றன.

வேரில் நடைபெற்ற மார்போ ஜெனிச ஆய்வுகள் கோலத் தைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணியை அறிய எவை? பெரிதும் உதவு கின்றன். வேரில் ஹார்மான் காரணமாக வேறுபாடு அடைவது தண்டைவிட தெளிவாகத் தெரிகிறது.

இருப்பினும் தண்டிலும்வேரிலும் கோலத்தை உண்டாக்குவ தில் நுனி ஆக்குத் திசுவின் உண்மையான பங்கு என்ன என்பது ஆராயப்படவேண்டும்.

முனையில் தோன்றிய ஹார்மோன்கள் மற்ற காரணிகளுடன் வினையாற்றுவதால் குறிப்பிட்ட கோலத்தில் மெரிஸ்டம் செயல் படுமாறு தூண்டப்படுகிறது என்பது டோரியின் (1963) கருத்து. செல்களின் ஹார்மோன் நுண்ணுணர்வு. (Sensitivity) வேறுபடுவ தால் குறிப்பிட்ட கோலத்தில் வளர்ச்சி நடைபெறுவதாகக் கருதி னர்.

வேரில் வாஸ்குலார்த் திசு கோலத்தை தடைசெய்வதால் தோன்றும் விளைவுகளை பன்னிங் (Banning 1951,1952) ஆராய்ந் தார். வேறுபாடு அடையும் பகுதியில் மெரிஸ்டமாய்டுகள் ஆக்குத் திசு வளர்ச்சியைத் தொடருகின்றன. அதனைச் சுற்றியுள்ள திசுக்கள் வளர்ச்சியைத் தொடராத வண்ணம் செய்கின்றன. குறிப்பாக

வேரில் பிரைமரிஸைல ஃபுளோயம் மெரிஸ்ட் மாய்டுகள் ஒன்றுக் கொன்று ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில்தான் அமைந்து இருக்கின் றன. இவை ஒன்றை ஒன்று பாதிப்பதால் 'கோலம்' உண்டாகிறது

ஹோர்டியம் (Hordeum) வேரில் புரோட்டோ ஃபுளோயத்தின் வளர்ச்சி முறை பன்னிங்கின் Bunning, (1951,1952) கருத்தை ஆத ரிப்பதாக உள்ளது என்று ஹேஜ்மன் Hagemann (1957) நினைத் தார்.

ஆய்வினால் சிதைக்கப்பட்ட சினாப்சிஸ் (Sinapsis) தாவர வேர் கள் தானாகவே டிரையார்க் நிலையிலிருந்து டையார்க் நிலைக்கு மாறியதை ரீன்ஹார்டு Reinhardt (1960) மேற்கோள் காட்டி பன்னிங்கின்(Bunning) கருதுகோள் மறு பரிசீலனைக்குறியது என்றார் டிரையார்க் நிலை டையார்க்காக மாறுவதற்கு முன்னர் மறை கின்ற ஸைலம் ஃளோயம் இழைகள் நெருக்கமாக வேறுபாடு அடைந்து இறுதியாக தங்கள் திசுத் தொகுதியுடன் இணைகின்றன.

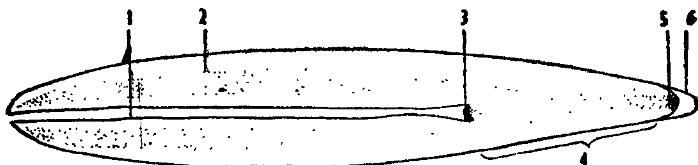
இரண்டு ஃபுளோயங்களுக்கு இடையேஅல்லது இரண்டு செல் களுக்கு இடையே பரஸ்பர கட்டுப்பாடுஇருப்பதாகத் தெரியவில்லை. ஃபுளோயத்திற்குள் ஸைலக் கூறுகள் வேறுபாடு அடைகின்றன என்று டோரியின் (Torrey, 1957) ஆய்வுகள் காட்டின. இதிலிருந்து சைலமும் ஃபுளோயமும் பரஸ்பர இயல்பில் பொருந்தாப் பொருள்கள் (Incompatability) என்ற கருத்து கேள்விக்குறியது என்று தெரிகிறது. வேர் வளர்ச்சி வேகத்திற்கும் ஸைலம் முதிரும் மட்டத்திற்கும் உள்ள உறவு ஆராயப்பட்டது.

வளர்சிதை மாற்றங்களை தடைசெய்து பட்டாணி வேர்களை டோரி Torrey,(1953)ஆராய்ந்தார். ஆய்வு வேர்களில் நுனிகளுக்கு அருகில் முதிர்ந்த ஸைலம் காணப்பட்டது. இதற்கு காரணம் நீட் சியைத் தடைப்படுத்தும் பொருள் மட்டும் அல்ல. ஸைலவளர்ச்சி விரைவு படுத்தப்படுவதும் ஒரு காரணமாகும். ஆனால் அதே வேர் களில் ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவது பாதிக்கப்படவில்லை. ஜிபரிலிக் அமிலத்தை (Gibberellic acid)சேர்ந்த அவரை வேர்களில் நுனிகளுக்கு அருகே ஸைலம் வேறுபாடு அடைகிறது. வேர் வளர்ச் சியை தடைசெய்யும் எப்பொருளும் இதற்குக் காரணம் அல்ல என்று ஓடன்ஹாப் (Odenoff 1963) தெரிவித்தார்.

# 7. கருவில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதல்

## (Vascular Differentiation in the Embryo)

ஒரு தாவரத்தில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவது முழுவதும் விவரிக்க வேண்டும் என்றால் கருவில் (படம் 7-1) வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவதிலிருந்து தொடங்க வேண்டும். கரு தோன்வதின் தொடக்க நிலைகளையும், மற்ற நிலைகளையும் ஆராய்பவர்கள் கருவில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவதை அவ்வளவாக ஆராயவில்லை.




படம் 7-1.

இரு வித்திலைக் கருச்செடியின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம்

1. வித்திலைகள் 2. புரோகேம்பியம் 3. தண்டு நுனி (முளைத்தண்டு) 4. வித்திலைக் கீழ்த் தண்டு 5. வேர் நுனி (முளை வேர்) 6. வேர் மூடி.

## (புரோகேம்பியம் Procambium)

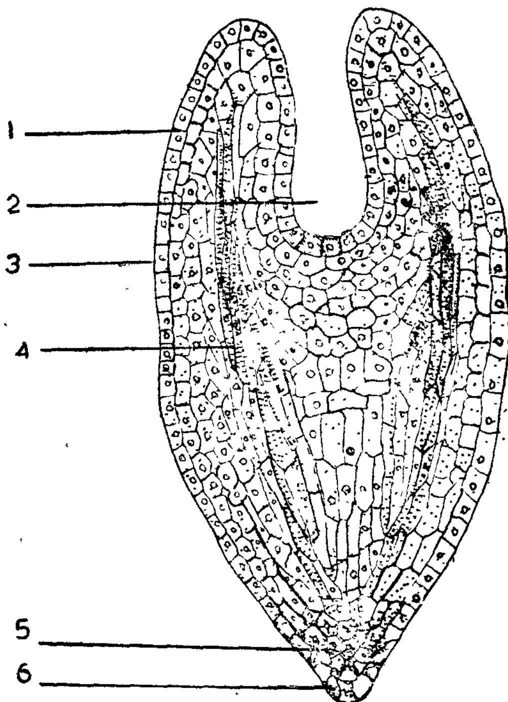
கருவில் வாஸ்குலார்ப் பகுதி கரையிடப்படுவது (Delimitation) தண்டில் எச்ச மெரிஸ்டம் (Residual meristem) கரையிடப்படும் நிலைக்கு இணையானது. கருநிலை புறணி, பித் ஆகியவற்றின் செல்கள் விரிந்து சாற்றுக்குழிகளைக் கொண்டுள்ளன, இவைகள் சூழ்ந்த பகுதி முதலில் ஆக்குத்திசு பண்பைக் கொண்டுள்ளது. பிறகு படிப் படியாக புரோகேம்பியம் அமைப்பை அடைகிறது. கருவில் வித்-

நிலை வளர்ச்சி துவங்குவதற்கு முன்னர் முன் வாஸ்குலார்ப் பகுதி (Provascular region) கரையிடப்படுகிறது. இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் புல் Buell 1952; மில்லர், Miller; வெட்மூர், Wetmore 1945; நாஸ்ட், Nast, 1941; ரீவ், Reeve 1948; ஆகியோரும், ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் ஈசா Esau 1960 வும், கூம்புடைத் தாவரங்களில் ஸ்பர் SPurr 1949; ஸ்டர்லிங் Sterling 1949 ஆகியோரும் ஆராய்ந்துள்ளனர். வாஸ்குலார்ப் பகுதி ஒரு தொகுதியாகக் கரையிடப் படுகின்றது எனறும் வித்திலைகள் தோன்றும் போது இந் நிகழ்ச்சி நுனிநோக்கி தொடர்வதாகவும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் வலியுறுத்துகின்றனர். புரோகேம்பியம் தன் இயல்பை படிப்படியாகப் பெறுவதால் (ஆப்பிள்கரு) வாஸ்குலார்ப் பகுதியின் தொடக்க திசுவை எச்ச மெரிஸ்டம் என்று மேயர், Meyer(1958) கூறுகிறார். வால்நட் (Walnut) கருவில் இத்திசுவை புரோடெஸ் மோஜன்(Prodesmogen) என்று நாஸ்ட் (Naste 1941) அழைக்கிறார். தொடக்க நிலையில் புரோகேம்பிய செல்கள் நீண்ட தோற்றத்தைப் பெறுவதாகக் கூறினார்- இதற்குக் காரணம் நீள் வாட்டத் திசைப் பிரிவு அல்ல குறுக்குவாட்டுப் பிரிவுகள் குறைவதால் செல்கள் நீள்கின்றன. நாற்று நிலையில் நீள்வாட்டுப் பிரிவு அதிகம். நீரியம் ஒலியாண்டர் (Nerium oleander) கருவில் முதலில் புரோகேம்பியம் கருநிலை புறணியின் உட்புறப் பகுதியில் கரையிடப் படுவதாக மால்பர்க் Mahlberg (1960) கூறினார்.

உள் மெரிஸ்ட திசுக்கள் பெருத்து சாற்றுக்குழியை உண்டாக்கும் போது கருவில் தரை ஆக்குத்திசுவில் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடைகிறது. இதன் காரணமாக நடுவில் கருநிலை பித்தும், கருநிலை புறணியும், புரோகேம்பிய உருளையும் தோன்றுகின்றன. கரு ஸஸ்பென்சர் (Suspensor) முனையில் ஆக்குத்திசு செல்களின் எச்சத் தொகுதி வேர் ஆக்குத்திசுவின் நடு செல்களாகின்றன அதேபோல் கருவின் எதிர் முனையில் ஆக்குத்திசு செல்களின் பெரும் தொகுதி தண்டு ஆக்குத்திசு நடு செல்களாகின்றன.

தொடக்கநிலை முன் வாஸ்குலார்ப் பகுதி அடுத்துள்ள அடிப்படைத் திசுவை விட அதிகமாக நிறத்தை ஏற்கிறது. வித்திலை தோன்றுவதற்கு முன்னர் வித்திலைக் கணுவில் நீள் வாட்டப் பிரிவுகள் தொடங்கி ஸஸ்பென்சாரை நோக்கி கீழ் நோக்கிய முறையில் செல்கின்றன. புரோகேம்பியத்தில் உள்ளது போல் இப்பிரிவுகளைத் தொடர்ந்து செல்கள் விரிவதில்லை; மாறாக குறுகிய நீண்ட தோற்றத்தை அடைகின்றன. புரோகேம்பிய இயல்பு வித்திலைக் கணுவில் நன்கு தெரிகிறது. ஆனல் வித்திலைகளின் நுனி நோக்கி மறைகிறது. ஸஸ்பென்சார் பகுதியை நோக்கியும் மறைகிறது.

நீரியம் (Nerium) கருவில் புரோகேம்பியம் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவது கருநிலை புறணையிலும் பித்திலும் கீழ் நோக்கிய




படம் 7-2.

(Nerium oleander)

நீரியம் ஓலியான்டர் கருவின் நீள்வெட்டுப்பகுதி

1. வித்திலை; 2. தண்டு நுனி; 3. வித்திலைக் கணு; 4. புரோகேம்பியம்; 5. வேர் நுனி 6. ஸஸ்பென்சா

வித்திலை; வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வழியாக நீண்டு வேர் நுனியில் புரோகேம்பியம் குவிகிறது.

முறையில் சாற்றுக்குழி தோன்றுவதை ஒத்து உள்ளது. வித்திலைக் கீழ் தண்டின் (Hypocotyl) பொதுவான இடை வளர்ச்சியின் திசையிலும் ஒத்தமைகிறது. வித்திலைக் கீழ் தண்டில் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவது வேர் நுனி ஆக்குத்திசுவைப் பொறுத்தவரை நுனி நோக்கிய முறையில் உள்ளது. பிறகு வேர் தோன்றும்போது அதன் புரோகேம்பியம் வித்திலைக் கீழ் தண்டின் புரோகேம்பியத்துடன் தொடர்ச்சியாக வேறுபாடு அடைகிறது.

மேற்கூறிய செய்திகளிலிருந்து கருக்களில் தொடக்க நிலை வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுவது தண்டில் தோன்றுவதை ஒத்திருப்

பது தெரிய வரும் புரோகேம்பியத்திற்கு முன்னோடியான ஒரு ஆக்குத்திசுவையும் அது தொடர்பான வாஸ்குலார்ப் பகுதி பாரங் கைமாவையும் தரைத் திசு (Ground tissue) சூழ்ந்துள்ளது. சூழ்வது நிறைவு பெறுமுன் புரோகேம்பியம் வேறுபாடு அடையத் துவங்குகிறது. விதைத் தாவரத்தண்டில் இந்த புரோகேம்பியம் இலை இழுவையைச் சார்ந்தது. கருவிலும் புரோகேம்பியம் வித்திலையுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பது தெளிவு. வித்திலைக் கீழ் தண்டில் புரோகேம்பியம் வித்திலைகளோடு சேர்ந்துள்ளது;— இலை இழுவை இலையுடன் சேர்ந்திருப்பதைப் போல்.

வேர்-தண்டு இணைப்பை விளக்கவும் இயைந்த வேர்-தண்டு உடைய தாவரத்தின் தோற்றத்தை விளக்கவும் வித்திலைகள், வித்திலைக் கீழ் தண்டு வேர் ஆகியவற்றின் கருநிலை சாற்றுக் குழாய் உறவுகள் நன்கு அறியப்படவேண்டும்.

கீழுள்ள அச்சின் வாஸ்குலார்க் கோலத்தை நுனி ஆக்குத் திசு நிர்ணயிக்கிறது என்றால் கருவில் அவ்வாறு நிர்ணயிக்கும் நிலைகள் இரண்டு ஆகும். ஒவ்வொன்றும் தனித்தனிக் கோலத்தை தூண்டுகிறது. தாவரத்தின் வேர் தண்டு நடுத்தர மண்டலத்தில் (Root-Stem Transition) இவ்விரு நிலைகளின் ஆதிக்கமும் ஒன்றுபட்டு செயல்படலாம்.

கரு உறுப்புகள் வேறுபாடு அடைவதின் அளவு முதிர்ந்த விதைகளில் வேறுபடுகிறது. சில கருக்களில் வித்திலைகளும் வித்திலைக்கீழ்-வேர்ப் பகுதியும் உள்ளன. மற்றவற்றில் வித்திலை மேல் தண்டில் (Epicotyl) ஒன்று அல்லது பல இலைகள் இருக்கும். வேர் ஆக்குத்திசுவிற்கு பதில் முளை வேர் (Radicle) இருக்கலாம். எதிர்கால வேரில் உள்ளது போன்ற புரோகேம்பியம் முளை வேரில் இருக்கிறது. வித்திலை மேல் தண்டில் அமைப்பு உள்ளது. வித்திலைகள், வித்திலைக்கீழ் தண்டு, முளைவேர் ஆகியவற்றில் புரோகேம்பியம் ஒரு தொடர்ச்சியான திசுத்தொகுதியாக உள்ளது. இத்தொகுதியுடன் வித்திலைமேல் தண்டின் இணைப்பு இன்னும் சரிவர ஆராயப்படவில்லை.

வித்திலை மேல் தண்டு வேற்றிட மொட்டு போல செயல்பட்டு வித்திலைக் கீழ் தண்டுடன் புரோகேம்பிய இணைப்பை கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடையும் இழைகளால் உண்டாக்குகிறதா? அல்லது நுனி நோக்கிய முறையில் கரையிடப்படும் வாஸ்குலார் ஆக்குத் திசுவிலிருந்து இந்த இணைப்பு உண்டாகிறதா? இந்த இணைப்பு வேறுபாடு அடையும் கோலம் வித்திலை மேல் தண்டின் வளர்ச்சி நேரத்தைப் பொறுத்தது.

இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் வித்திலை மேல் தண்டிலுள்ள முதல் இரண்டு இலைகள் (வித்திலைகளுடன்) குறுக்கு மறுக்கு அமைப்பில் உள்ளன.

காசியா (Cassia), கோல்ரெட்டீரியா (Koelreuteria), கார்டியோஸ்பெர்மம் (Cardiosperm um) முதலிய தாவர வித்திலை மேல் தண்டுகளை பெல்லர்கிரினி (1956) (Pellergrini) ஆராய்ந்தார் முதல் இரண்டு இலை பிரைமார்டியா தோன்றக்கூடிய நுனி ஆக்குத் திசுவின் இருபகுதிகளும் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு புரோகேம்பியத்துடன் இணைக்கப்படுகின்றன-புரோகேம்பிய முன்னோடித் திசுவால். மில்லர், வெட்மூர் (Miller & Wetmore 1945); ரீவ், Reeave 1948) ஆகியோர் வேறு சில இரு வித்திலைத் தாவரங்களில் வித்திலை மேல் தண்டிற்கும் வித்திலை கீழ்த் தண்டிற்கும் இடையேதொடக்க நிலை புரோகேம்பியத் தொடர்ச்சி இருப்பதாக அறிவித்தனர். கூப்ரசஸ் (Cupressus) தாவர வித்திலை மேல் தண்டிலுள்ள முதல் ஜோடி இலைகளின் இழுவைகள் கீழ் நோக்கி வேறுபாடு அடைவதாக கேம்போர்டு (Camefort 1950) கூறினர்.

சாஸ்டிரா மரைனா (Zostra marina) தாவரம் வித்திலை மேல் தண்டில் 3 இலை பிரைமார்டியாவை உண்டாக்குகிறது (டெய்லர் Tailar, 1957) ஒவ்வொரு பிரைமார்டியத்தின் நடுநரம்பு புரோகேம்பியமும் (வித்திலைக் கீழ்த் தண்டிலிருந்து) நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைகிறது. அதே நேரத்தில் இரண்டு பழைய பிரைமார்டியாவின் பக்க புரோகேம்பிய இழைகள் பிரைமார்டியத்தின் அடியில் தோன்றி இருதிசையிலும் வேறுபாடு அடைகின்றன.

## பிரைமரி வாஸ்குலார்க் கூறுகள் முதிர்ச்சி அடைதல்
## (Maturation of the Primary Vascular Elements)

கருவில் பிரைமரி வாஸ்க்குலார் கூறுகள் வேறுபாடு அடைவது பற்றிய செய்திகள், குறிப்பாக ஃபுளோயம் பற்றிய செய்திகள் மிகவும் குறைவு. பைனஸ் ஸ்டிரோபஸ் (Pinus strobus) கருவின் புரோகேம்பியத்தில் ஃபுளோய,சைலப் பகுதிகளை ஸ்பர் (spurr 1950) வேறுபடுத்தி அறிந்தார். வளர்ந்த தண்டிலும் இத்தகைய வேறுபாடு உண்டு. (ஈசா Esau, 1953). ஃளோயப் பகுதி புரோகேம்பிய செல்கள் குறுகலானவை, அதிகமான நிறத்தை ஏற்பவை, ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்தவை. இவ்வாறாக சைலத்திலிருந்து இது வேறுபடுகிறது.

பிளாக்ஸ் (phlox) தாவரத்தில் சைலஃபுளோய புரோகேம்பியம் கரு நெடுக தொடர்ச்சியாக உள்ளது என்று மில்லர், வெட்மூர் Miller&wetmore 1945) ஆகியோர், தெரிவிக்கின்றனர்.

கருவிலும், பிறகு நாற்றிலும் பிரைமரி வாஸ்க்குலார் முதிர்ச்சி அடைவது ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் நடைபெறுகிறது. இது புரோகேம்பிய முறையை ஒத்திருக்க வேண்டியதில்லை. பிளாக்ஸ் கருவில் சில முதிர்ந்த சைலக் கூறுகள் வித்திலையின் பல இடங்களில் (லோகசில்) இருப்பதாக மில்லர், வெட்மூர் (Milles&Wetmore1945) ஆகியோர் தெரிவிக்கின்றனர். இவர்கள் பிளாக்சின் (phlox) கருவளர்ச்சியை ஆராய்ந்துள்ளனர். 7-13 நாட்களில் வித்திலை விரியும் பொழுது மையத் திசுக்கள் புரோகேம்பிய இழைகளாக உருப்பெறுகின்றன. கரு நிலைப்புறத்தோல் வேர் மூடியை (Root cap) உண்டாக்குகிறது. 15-20 நாட்களில் ஸஸ்பென்சார் சிதைந்து மறைகிறது. வேர் நுனியினுள்ளே வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு மெரிஸ்டம் உண்டாகிறது. இது விதை முளைக்கும் போது புரோகேம்பியம், தரை ஆக்குத் திசு, புறத்தோல் ஆசியவற்றை உண்டாக்கும். ரீப் மெரிஸ்டத்தில் (Rib Meristem) பித் தோன்றுறகிது. புரோகேம்பியம் உருளை வடிவைப் பெறுகிறது.

பின் கருநிலைகளில் புரோகேம்பியத் தொகுதியில் வாய்ப்புள்ள சைலத் தொகுதி தெரிகிறது. புரோகேம்பியத் தொகுதி நாற்று நிலையில் நீளும் பொழுது இதுவும் நீள்கிறது வாய்ப்புள்ள சைலம் கரையப்பட்டதும், வாய்புள்ள ஃபுளோயத் தொகுதி, சைலம் ஆகியவற்றுக்குக் கீழே புரோகேம்பியம் தோன்றுகிறது.

முதிர்ந்த விதையின் கருவில் வளரும் வித்திலை மேல் புறத்திலுள்ள புரோகேம்பிய இழை முதிர்ந்த சைலத்தைக் கொண்டுள்ளது. வித்திலை அடிப் புறத்திலுள்ள புரோகேம்பிய செல்கள் முதிராத புரோட்டோ ஃபுளோய சல்லடைக் குழாய்களைக் கொண்டுள்ளன.

காப்பிச் செடியின் முதிர்ந்த கருவின் வித்திலைக் கீழ்த் தண்டில் சிறிய டிரேகியக் கூறுகளை மோயன்ஸ் (Moens, 1963) கண்டார். ஆராய்ச்சியாளர்கள் குறிப்பிடுகின்ற சைலக் கூறுகள் முதிர்ந்தவையா என்பது தெரியவில்லை. அதாவது அவற்றில் புரோட்டோ பிளாசம் இல்லையா அல்லது அவை உயிருடன் இருக்கும் போதே செகண்டரி உறைகளைக் கொண்டிருந்தனவா என்றும் விளக்கப்படவில்லை.

சில கருக்களில் முதிர்ந்த அல்லது வேறுபாடு அடைந்த ஃப்புளோயக் கூறுகள் அறியப்பட்டுள்ளன (ஈசா, Esau, 1943). பிளாக்ஸ் (Phlox) கருவில் முதிர்ந்த ஃப்புளோயம் அரிதாகவே காணப்பட்டது. ஆனால் அவற்றில் முதிர்ந்த ஸைலம் இருந்தது (மில்லர் & வெட்மூர் Miller & Wetmore, 1945). ஜுக்லான்ஸ் (Juglans) கருவில் ஸைலத்தையும் ஃப்புளோயத்தையும் நாஸ்ட் (Nast, 1941) கண்டார். வித்திலைக் கீழ்த் தண்டின் கீழ்ப் பகுதிகளில் முதல் சல்லடைக் குழாய்கள் தோன்றின. வித்திலை இழுவைகளுக்குத் (Cotyledonary traces) தொடர்பாக முதல் ஸைலம் தோன்றியது.

சாந்தியம் (Xanthium) முதிர்ந்த கருவில் முதிர்ந்த சாற்றுக் குழாய்க் கூறுகள் காணப்படவில்லை. மில்லிங்டன், பிங்க் (Millington & Fink, 1956).

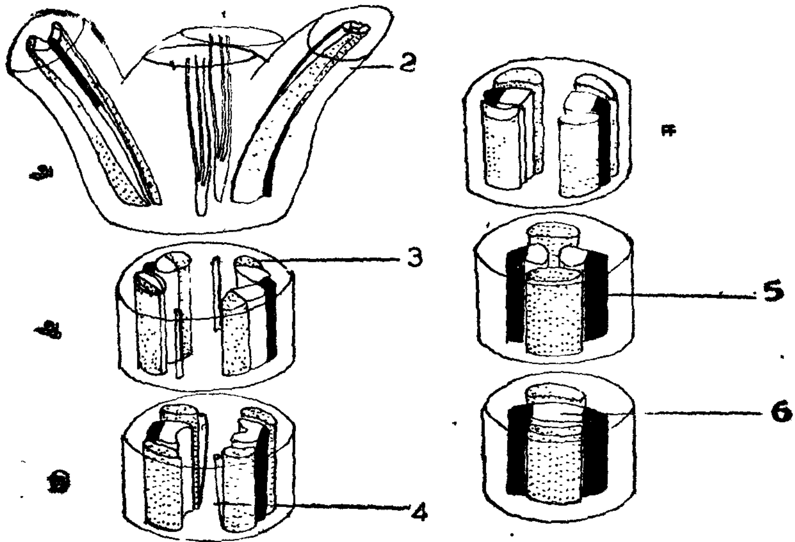
# 8. நாற்றுகளில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைதல்

## (Vascular Differentiation in the Seedlings)

நாற்றுகளில் வாஸ்குலார்த் திசு வேறுபாடு அடைவது குறுப்பிட்ட அறிமுறைப் பயன் உடையது. ஏனெனில் கருவின் புரோகேம்பியத் தொகுதியில் முன் அறிகுறியாக காட்டப்பட்ட வேர்-தண்டு வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் இணக்கம் உருப்பெறும் முதல் நிலையை இது காட்டுகிறது. இந்த இணக்கம் வேறுபாடு அடைவதின் வரிசை கருவின் இரு முனைகளிலுள்ள நுனி ஆக்குதிசுவின் செல்வாக்கைப் பிரதிபலிப்பதாக உள்ளது. தண்டு நுனியில் வாஸ்குலார்த் தொகுதி இலைகளின் செல்வாக்கில் வேறுபாடு அடைகிறது. வேர் நுனியில் அது முற்றிலும் ஒரு அச்சு உறுப்பாக வேறுபாடு அடைகிறது. இவற்றின் இயல்பு நாற்றுகளில் நன்கு ஆராயப்பட வேண்டும். மாறுபடும் பகுதி தொடர்பாக உள்ள செய்திகள் தண்டிற்கும் வேரிற்கும் இடைப்பட்ட (வளர்ச்சியின் தொடக்க நிலையிலுள்ள) சாற்று இணைப்பைப் பற்றி விரிவாகத் தெரிவிக்கின்றன. ஆனால் இந்த இணைப்பு எவ்வாறு தோன்றியது என்று விளக்கப்படவில்லை.

மாறுபடும் பகுதியின் அடிப்படைப் பண்புகளை எளிய வகை இரு வித்திலைத் தாவரத்தில் காணலாம் (படம் 8-1). ஒரு தண்டு அமைப்பு வேர் அமைப்பாக மாறும் பகுதி வித்திலை (கள்) வேருடன் இணையும் பகுதியில் இருக்கிறது (வீவர், Weaver, 1960). வித்திலை இழுவைகளின் சைலம் வேருக்குரிய எக்சார்க் நிலையிலிருந்து எண்டார்க் நிலைக்கு மாறி அமைகிறது. சைலஃபுளோயம் அமைப்பு மாறியமைந்த (alternate) முறையிலிருந்து ஒழுங்கமைந்த (Collateral) முறைக்கு மாறுகிறது. வேரில் பித் இல்லாதிருந்தால் மாறுபடும் பகுதியில் பித் உண்டாகிறது. வித்திலை இழுவைகளின்

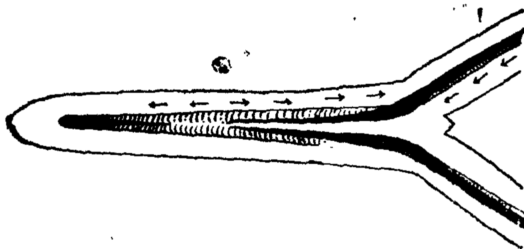
எண்ணிக்கை, அடிப்படை மாறுதல்கள் நடைபெறும் சரியான மட்டம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும் பகுதியின் அமைப்பு




படம் 8-1.

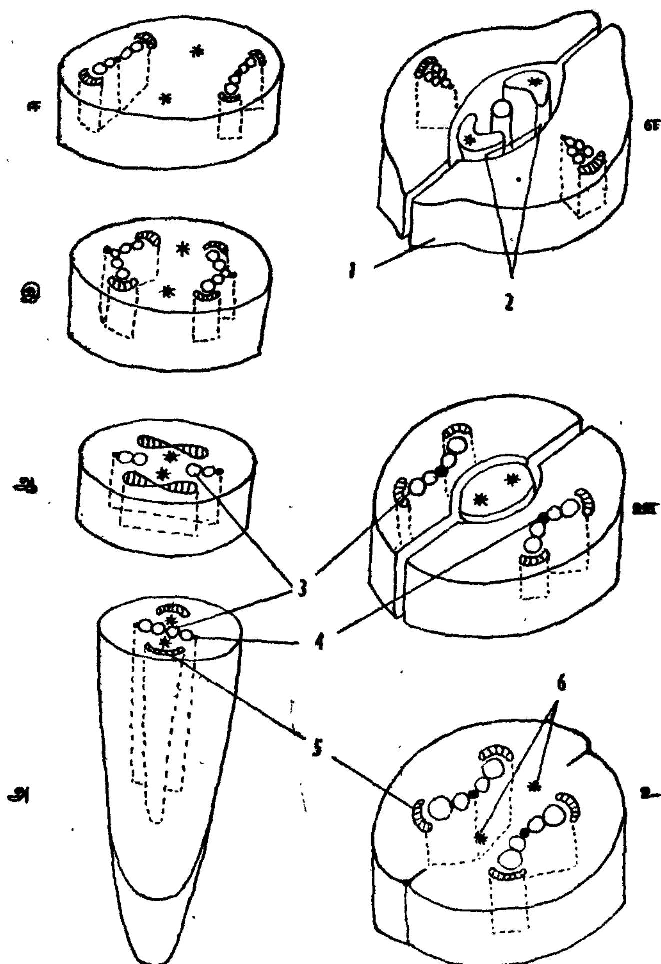
கீனம்போடியம் (Chenopodium) நாற்றில் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு
அ—ஏ : வித்திலைகளுக்கும் வேருக்கும் இடைப்பட்ட சாற்றுக் குழாய் இணைப்பின் பல நிலைகள். (மாறுபடும் பகுதியின் பல நிலைகள்)
அ. புரோட்டோ ஸைலம் எண்டார்க், ஆ. புரோட்டோ ஸைலம் இடம் மாறுகிறது. இ-ஏ. புரோட்டோ ஸைலம் எக்சார்க்.
1. வித்திலை மேல் தண்டு இலைகள்; 2. வித்திலை; 3. ஃபுளோயம்; 4. இலை இழுவை; 5. புரோட்டோஸைலம்; 6. மெட்டாஸைலம்.

வேறுபடுகிறது. வித்திலை மேல் தண்டின் இலை இழுவைகள் வித்திலை மேல் தண்டில் சிறிது தூரத்திற்கு வேறுபாடு அடைகின்றன. இது மாறுபடும் பகுதியின் கோலத்தை சிக்கலாக்குகிறது (படம் 8-2, 8-6).



படம் 8-2.

கீனப்போடியம் (Cheopodrium) நாற்றில் சாற்றுக் குழாய் அமைப்பு ஸைலம் வேறுபாடு அடையும் திசையை அம்புக் குறிகள் காட்டுகின்றன. கருப்பு: புரோகேம்பியம். வரிகள்; ஸைலம்.




படம் 8-3.

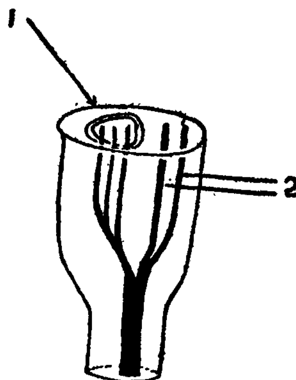
இரு வித்திலைத் தாவரத்தில் வேருக்கும் தண்டிற்கும் உள்ள தொடர்பு

1. வித்திலை; 2. வித்திலை மேல் தண்டு; 3. மெட்டாசைலம்; 5. புரோட்டோசைலம; 5. ஃபுளோயம்; 6. இலை இழுவைகள்.

ஆ. இ, ஈ: வேர் நுனியிலிருந்து தண்டு வரையுள்ள தாவரப் பகுதியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள்.

யூக்கா (yucca) தாவர மாறுபடும் பகுதி சற்று சிக்கலானது; (ஆர்நாட், Arnott, (1965. யூக்கா விப்லி (Yucca whipplei) வித்திலைக் கணுவின் அமைப்பை படத்தில் காண்Y (படம்-8-4) வித்

திலை மேல் தண்டின் முதல் இலையில் 3 பெரிய இழுவைகளும், வித்திலையில் இரண்டு இழுவைகளும் இருக்கின்றன. வித்திலைக் கணுவிற்குக் கீழே உள்ள கம்பத்துடன் 5 இழுவைகள் இணைந்திருப்பதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 8-5). நாற்றில் இக்கம்பம் கீழே வேருக்குள் நீடிக்கப்படுகிறது. வித்திலை உறையில் மூடப்பட்ட இலைக்கு ஒரு புரோகேம்பிய இழை உண்டு. இரண்டு வித்திலைக் கற்றைகளும் ஒருங்கமைந்தவை. அவற்றின் சைலம் என்டார்க், கீழ் மட்டத்தின் முதல் இலைக்கு 3 புரோகேம்பிய இழைகள் இருக்கின்றன. முதல் இலைக்கு அருகே வித்திலைத் தொகுப்புகள் (cotyledonary bundles) அடுத்தடுத்துத் தோன்றுகின்றன. வித்திலைத் தொகுப்புகளும், முதல் இலையும் ஒரு தொகுதியை உண்டாக்குகின்றன. இந்த மட்டத்திற்குக் கீழே சைலஃபுளோய இடங்கள் மாறுகின்றன, படத்தில் ஃபுளோயம் 5 இழைகளாக இருக்கின்றது. சைலம் ஒழுங்கற்று அமைந்துள்ளது. வேர் மட்டத்தில் அடுத்தடுத்த ஆர அமைப்பில் வாஸ்குலார் திசுக்கள் உள்ளன; சைலம் எக்சார்க் (Exarch) இந்த நாற்றில் சைலம்முதிரவில்லை. பிறகு வேரின் மையம் மெட்டா சைலத்தைக் கொண்டுள்ளது.




படம் 8-4.

யூக்கா (Yucca) நாற்றில் சாற்றுக் குழாய் அமைப்பு

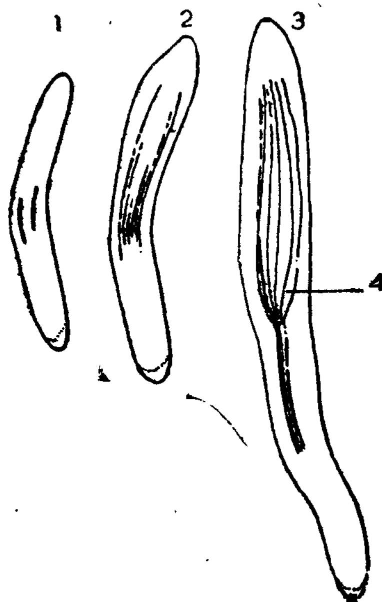
(வித்திலைக் கணுவின் தோற்றம்)

1. முதல் இலை; 2. வித்திலை இழுவைகள்.

யூக்கா (Yucca) தாவரத்தில் வித்திலை மட்டுமின்றி முதல் இலையும் கூட அவருடன் வாஸ்குலார் இணைப்பைக் கொண்டுள்ளது, ஃபுளோய முனை 5 இலையில் வாஸ்குலார் தொடர்பின் ஒரு பகுதியாகும். கமேராப்ஸ் (chamaerops) தாவரத்தில் முதல் இலை

வேருடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்று கைனிஸ் (Ginieis, 1950) தெரிவித்தார்.

பல தாவர பேரினங்களில் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவது ஓரளவு ஆராயப்பட்டுள்ளது. யூக்கா பிரேவிபோலியா(Yncca bravi folia) வில் வேறுபாடு அடைவதின் பல நிலைகள் படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளன (படம் 8-5). வித்திலையில் சைலம் தோன்றுகிறது, பிறகு வித்திலையில் நுனி நோக்கும், பிறகு (வித்திலைக் கணு நோக்கி) கீழ் நோக்கியும் வேறுபாடு அடைகிறது.

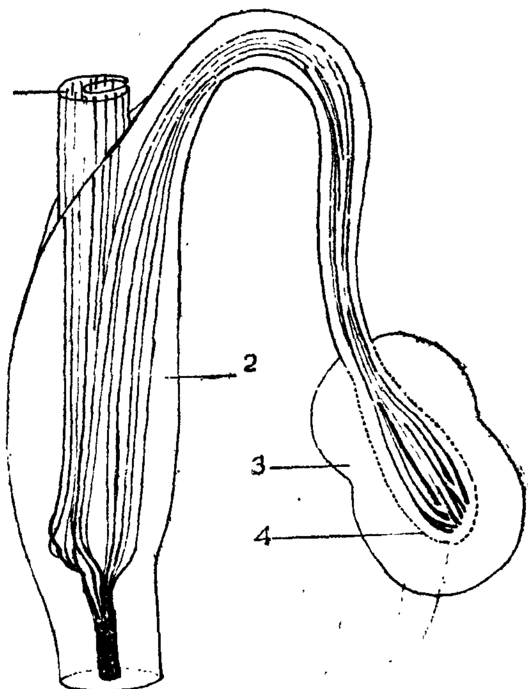



படம் 8-5.

யூக்கா (yucca) நாற்றில் காற்றுக் குழாய் வேறுபாடு அடைதல்

1-3: ஸைலம் வேறுபாடு அடைவதின் நிலைகள் 4. ஸைலம்.

யூக்காவில் ஸைலம் வேறுபாடு அடைவது தொடக்க நிலையில் பெரும்பாலும் தொடர்ச்சியாகவுள்ளது. காபியா கெனிஃபோரா (Coffea canefora) தாவர வித்திலையிலும் வேரிலும் ஸைலம் தொடக்க நிலையில் தனித்தனி லோர்கசுகளில் முதிர்ச்சியடைகிறது. (மோயன்ஸ், Moens, 1963). வித்திலைகளிலிருந்து அடிநோக்கி வேறு பாடு அடைந்து வரும் ஸைலம் வேர்முனைகளிலிருந்து வித்திலை மேல் தண்டு நோக்கி வேறுபாடு அடைந்து வரும் ஸைலத்துடன்




படம் 8-6.

யூக்கா (Yucca) நாற்றின் சாற்றுக் குழாய் அமைப்பு

1. முதல் இலை; வித்திலை உறை; 3. விதை; 4. வித்திலை.

இணைகிறது. இவ்வாறு சைலம் வேறுபாடு அடைவதை ஹெலியாந்தஸ் (Helianthus) நாற்றுகளில் லெம்பர்க்கும் Lehmberg(1923-1924), கீனப்போடியம் (Chenopodium) தாவரத்தில் பிசால்புத்ராவும் Bisalputra, (1961) கிளிரோடென்ரான் (Clerodendron) தாவரத்தில் மார்ஸ்டன்,Marsden&Bailey பெய்லி (1955) ஆகியோரும் கண்டறிந்தனர்.

வித்திலைகளின் அடியிலும், வேரிலும் முதல் முதிர்ந்த சைலம் காணப்பட்டது. மூன்று லோகசுளிலிருந்தும் சைலம் இரு திசையில் முதிர்ச்சியடைத்து, வித்திலைக் கீழ்த்தண்டில் மூன்றும் ஒன்றாக இணைந்தன.

அவினா, (Avena) நாற்றில் இரண்டு லோககசுகளில் சைலம் தொடக்க நிலையில் வேறுபாடு அடைவதை குட்வின் (Goodwin, 1942) கண்

டார். முதல் லோகஸ் ஸ்கூட்டலக் (Scutellum) கணுவாகும் இங்கிருந்து ஸைலம் மேல் நோக்கி கணு இடைப்பகுதி வழியாக வேறுபாடு அடைந்தது. இரண்டாவது லோகஸ் கோலியாப்டைல் (Coleoptile) கணுவாகும். இங்கிருந்து சைலம் கீழ்நோக்கி கணு இடைப்பகுதி வழியாக வேறுபாடு அடைந்தது.

நாற்றில் ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவது அறவே அறியப் படவில்லை. இதற்குக் காரணம் இரண்டு.

1. பிரைமரி ஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் கூறுகள் தெளிவாகப் புலப்படுவதில்லை.

2. ஃபுளோயத்தை பதனிட (Preserve) முடிவதில்லை. சிறப்பான புதிய முறைகளைக் கொண்டு போலரைசேசன் (Polorisation) ஃபுளோரசன்ட் மைக்ராஸ் கோபி (Fluorescent Microscopy) கருவிலும் நாற்றிலும் ஃபுளோயம் ஆராயப்பட வேண்டும்,

பிளாக்ஸ் (Phlox) தாவர நாற்றில் ஃபுளோயம் வேறுபாடு அடைவது பற்றி சில தகவல்களை மில்லர், வெட் மூர் miller & wetmore (1945) ஆகியோர் சேகரித்தனர்.

பிலாக்ஸ் (Phlox) நாற்றில் மாறுபடும் பகுதியின் கோலத்திற்கு முன்னோடியாக கருவில் வாய்ப்புள்ள ஸைலமும், வாய்ப்புள்ள ஃபுளோயமும் புரோகேம்பியத் தொகுதியால் கரையிடப் படுகின்றன. வித்திலை மேல் தண்டு ஆக்கு திசுவிற்குக் கீழே உள்ள ரீப் மெரிஸ்டம் பித்தை உண்டாக்கிய பிறகே கரையிடுதல் நடைபெறுகிறது. புரோகேம்பிய தொகுதிக்குள் முதிர்ந்த ஃபுளோய, ஸைல ஸெல்களின் ஒரு தொடர்ச்சியான வரிசை தோன்றி வித்திலை அடியில் முதலில் முதிர்ச்சியடையும் புள்ளிக்கு இரு திசைகளிலும் செல்கிறது. கூடுதலான முதிர்ந்த ஸைலக் கூறுகள் வித்திலை கீழும், வேரிலும் மையம் நோக்கிய முறையில் உண்டாகின்றன; ஆனல் வித்திலைகளில் வெளி நோக்கிய முறையில் உண்டாகின்றன. புரோகேம்பியத் தொகுதிக்குள் முதிர்ந்த புரோட்டோ புளோய ஸெல்களின் வரிசை தோன்றி, வித்திலைக்கு அடியில் முதலில் முதிர்ச்சி அடையும் புள்ளிக்கு இருதிசைகளிலும் செல்கிறது. அடுத்தடுத்து தோன்றும் ஃபுளோயக் கூறுகள் தாவரம் நெடுக மையம் நோக்கிய முறையில் முதிர்ச்சி யடைகின்றன.

மாறுபடும் பகுதியின் உருவியல் சிறப்பை விளக்க நாற்றில் வாஸ்குலார் திசு அமைப்பை அறிவது இன்றியமையாதது.

1. வாஸ்குலார்தொகுதி இரு சம பகுதிகளைக்கொண்ட ஒருஅலகா?" அல்லது 2. வளர்ச்சியால் இணைந்த இரண்டு தொகுதிகளைக் கொண்டதா? என்பதே விவாதத்தின் அடிப்படைக் காரணம். இது வரை ஆராய்ந்ததிலிருந்து சைலம் தொடக்க நிலையில் தொடர்ச் சியற்று முதிர்ச்சி அடையலாம் என்று தெரிகிறது. இது "இரண்டு தொகுதிகள் உள்ளன" என்று காட்டுவதாகக் கொள்ளலாம் ஆனால் புரோகேம்பியத் தொடக்க நிலையில் கரையிடப்படுவது "இந்த தொகுதி ஒரே அலகுதான் என்று காட்டுகிறது. சைலம் வேறுபாடு அடைவதை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டு வாஸ் குலார் தொகுதி இரட்டைத்தன்மை உடையது என்ற கருத்தை ஏற்றுக்கொண்டால் உயர் வகை தாவரங்களின் தண்டு இலை இழுவை சைலத்தைச் சுற்றியமைந்த பல கூட்டு அலகுகள் என்று விளக்க வேண்டி வரும்.

## முடிவுரை

வேர்களில் வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைவதை விளக்கு வது எளிது.

புரோகேம்பியமும், புரோட்டோ சைலமும் தொடர்ச்சியாக நுனி நோக்கி வேறுபாடு அடைவது வேரின் சிறப்பியல்பு ஆகும். எளிய அமைப்பு காரணமாக வேர் மார்போ ஜெனிச ஆய்வுகளுக்கு பெரிதும் பயன் படுகிறது. வாஸ்குலார் கோலத்தைக் கட்டுப் படுத்தும் முக்கிய காரணிகள் ஹார் மோன்கள் என்ற கருத்திற்கு ஆய்வு முடிவுகள் ஆதரவு அளிக்கின்றன.

நுனி ஆக்கு த்திசுவில் ஹார்மோன்கள் உண்டாகலாம் என் பது ஆய்வுகளிலிருந்து தெரியவருகிறது. வேறுபாடு அடைவதை நுனி ஆக்குத்திசு கட்டுப்படுத்துவது ஹார்மோன்கள் அடிப் படையில் ஆராயப்பட்டது. ஸ்போரோ ஃபைட்டின் கருநிலை காற்றுக்குழாய்த் தொகுதி ஒரே அலகாகக் கருதப்பட்டது. இளம் ஸ்போரோ ஃபைட்டின் அமைப்பு வேர்மெரிஸ்டம், தண்டு மெரிஸ்டம் ஆகிய இரண்டு எதிரான செல்வாக்குகளின் விளைவு என்று கொள்ளலாம்.

நாற்று அமைப்பு இரண்டு தொகுதிகளின் கூட்டு என்ற கருத்தை விளக்க தொடர்பற்ற சைலம் வேறுபாடு அடைவதை பயன் படுத்தலாம். புரோகேம்பியத்தில் ஆக்ஸின் பரவியிருக் கும் கோலத்துடன் சைலத் தொடர்பற்ற நிலையை தொடர்பு படுத்தலாம்.

---

# மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Bibliography)

Bailey, I.W., 1953.—'Evolution of tracheary tissue of land plants', Amer. J. Bot., 40: 4-8.

Balfour, Ena, 1957.—'The development of vascular systems in Macropiper excelsum Forst. I. The embryo and seeding', Phytomorph., 7: 354-364.

——1958.—'The development of the vascular system in Macropiper excelsum Forst. II. The mature stem,' Phytomorph., Vol. 8: 224-233.

Bisalputhra, Thana, 1961.—'Anatomical and morphological studies in the Chenopodiaceac. II. Vasclarization of the seeding,' Austral. J. Bot., 9: 1-19.

Church, A. H., 1904.—'The principles of phyllotaxis', Ann. Bot., 18: 227-243

Cutter, E G., 1959.—'On the theory of phyllotaxis and histogenesis' Biol. Rev., Cambridge phil. Soc., 34:243-263.

Dormer, K. J., 1945.—'An investigation of the taxonomic Value of shoot structure in angiosperms with special reference to Leguminosae', Ann. Bot., 9: 141-153.

——, 1954.—'The acacian type of vascular system and some of its derivaties. I. Introduction, Menispermaceae, Lardizabalaceae, Berberidaceac', New Phytol., 53: 301-311.

——, 1955a.—'Azarum europaeum - a critical case in vascular morphology', New Phytol., 54; 338-342.

Esau, Katherine, 1942.—'Vascular differentiation in the vegetative shoot of Linum. I. The procambium', Amer. J. Bot., 29: 738-747.

——, 1954.—'Primary vascular differentiation in plants', Biol. Rev., Cambridge Phil. Soc., 29: 46-86.

——, 1960.—'Anatomy of Seed plants', New York: John Wiley and Sons.

——, 1965.—'Vascular Differentiation in plants', Holt Rinehart and Winston.

Gifford, E. M., Jr., and Tepper, H. B., 1962.—'Ontogenitic and histochemical changes in the vegetative shoot tip of Chenopodium album,' Amer. J. Bot., 49: 902-911.

Govindarajalu,E, 1969.—'Anatomy including cytology and embryology', Bereau of Tamil Publication.

Girolami, Guido, 1953.—'Relatlon between pnyllotaxis and primary vascular organization in Linum', Amer. J. Bot., 40: 618-625.

——, 1954.—'Leaf histogenesis in Linum usitatissimum', Amer. J. Bot,, 35: 767-781.

Heimsch, Charles, 1951.—'Development of vascular tissues in barley roots', Amer. J. Bot., 38: 523-537.

Kumazawa, M., 1961.—'Studies in the vascular course in maize plant', Phytomorph., 11: 128.139.

Mahlberg, P. G., 1960.—'Embryogeny and histogenesis in Nerium oleander L. I. Organization of primary meristematic tissues', Phytomorph., 10: 118-131.

Mc Gahan, M. W., 1955.—'Vascular differentiation in the vegetative shoot of Xanthium chinense', Amer. J. Bot., 42: 132-140.

Miller, H. A., and Wetmore, R. H., 1945a.—'Studies in the developmental anatomy of Phlox drummondii Hook. I. The embryo', Amer. J. Bot., 32: 588-599.

——, 1945b.—'Studies in the developmental anatomy of Phlox drummondii Hook. II. The seedling', Amer. J. Bot., 32: 628-634.

O' Neill, T. B., 1961.—'Primary vascular organization of Lupinus shoot', Bot. Gaz., 123: 1-9.

Parke, R.V., 1963.—'Initial vascularization of the vegetative shoot of Abies concolor', Amer. J. Bot., 50: 464-469.

Sharman, B.C., 1942.—'Developmental anatomy of the shoot of Zea mays L.,' Ann. Bot., 6: 245-282.

Tucker, S. C., 1961.—'Phyllotaxis and vascular organization of the carpels in Michelia fuscata,' Amer. J. Bot., 48: 60-71.

Wetmore, R.H., and Sorkin, S., 1955.—'On the differentiation of xylem,' Arnold Arboretum J., 36: 305-317.

Wilcox, Hugh, 1962a.—'Growth studies of the root of incense cedar, Libocedrus decurrens. I. the origin and development of primary tissues,' Amer. J. Bot., 49: 221-236.

# கலைச்சொற்கள்

## (Glossary)

### A

Aabxial — அச்சு விலகிய, அபேக்சியல்
Abnormal — இயற்கைக்கு மாறான
Absorption — உறிஞ்சுதல்
Acropetal — நுனி நோக்கிய
Actinostele — ஆக்டினோஸ்டீல்
Adaptation — தக அமைவு
Adventitious — வேற்றிடத்து
Adventitious bud — வேற்றிட மொட்டு
Adventitious root — வேற்றிட வேர்
Aerial root — காற்று வேர்
Air space — காற்று இடைவெளி
Agar — அகார்
Alga — ஆல்கா
Alternate — மாறியமைந்த, ஒன்றுவிட்ட
Amphicribral — ஃபுளோயம் சூழ்
Amphiphloic — இருபக்க ஃபுளோயம் அமைந்த
Amphivasal — சைலம் சூழ்
Anatomy — உள்ளமைப்பியல்
Angiosprem — ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்
Anamalous — புறம்பட்ட
Anticlinal — ஆரப்போக்கு
Apex — நுனி
Apical growth — நுனி வளர்ச்சி
Apical meristem — நுனி ஆக்குத் திசு

| | |
|---|---|
| Appendage | — ஒட்டுப் பாகம் |
| Areole | — நுண்பரப்பு (இலை நரம்பு) |
| Atactostele | — அடாக்டோஸ்டீல் |
| Axil | — இலைக்கோணம் |
| Axillary bud | — இலைக் கோண மொட்டு |
| Axis | — தண்டு ,அச்சு |

## B

| | |
|---|---|
| Basifugal | — கீழிருந்து மேல் நோக்கிய |
| Basipetal | — கீழ் நோக்கிய |
| Bicollateral | — இருபக்க ஒழுங்கமைந்த |
| Biology | — உயிரியல் |
| Biochemistry | — உயிர்-வேதியியல் |
| Bud | — மொட்டு |
| Bud Axillary | — இலைக் கோண மொட்டு |
| Bud Terminal | — நுனி மொட்டு |
| Bud meristem | — மொட்டு ஆக்குத்திசு |
| Bulb | — குமிழ் தண்டு |
| Bundles | — தொகுப்புகள் |
|    Closed bundles | — மூடிய தொகுப்பு |
|    Open bundle | — திறந்த தொகுப்பு |
|    Sympodial bundles | — சிம்போடியத் தொகுப்புகள் |
|    Cotyledonary bundle | — வித்திலைத் தொகுப்பு |
|    Additional bundles | — கூடுதல் தொகுப்புகள் |
| Bundle sheath | — தொகுப்பு உறை |
| Blade | — தாள் (இலைப்பரப்பு) |
| Bract | — பூவடிச்சிதல் |
| Branch | — கிளை |
| Branch trace | — கிளை இழுவை |
| Branch gap | — கிளை இடைவெளி (பொந்து) |

## C

| | |
|---|---|
| Callose | — கேலோஸ் |
| Callus | — கேலஸ் |
| Calyx | — புல்லி வட்டம் |
| Cambium | — கேம்பியம் |
| Cambial initials | — கேம்பியத் தோற்றுவிகள் |
| Carpel | — சூலக இலை |

| | | |
|---|---|---|
| Casparian | — | காஸ் பேரியன் |
| Casparian band | — | காஸ் பட்டை |
| Casparian strip | — | காஸ் வரி |
| Cell | — | ஸெல் |
| Cell contents | — | ஸெல் அடக்கப் பொருள்கள் |
| Cell division | — | ஸெல் பிரிவு |
| Cell plate | — | ஸெல் தட்டு |
| Cell sap | — | ஸெல் சாறு |
| Cell theory | — | ஸெல் கொள்கை |
| Ccll wall | — | ஸெல் உறை |
| Cellulose | — | ஸெல்லுலோஸ் |
| Central cylinder | — | மைய நீர் உருளை |
| Centrifugal | — | விரிமையப் போக்குடைய |
| Centripetal | — | குவிமையப் போக்குடைய |
| Chlorenchyma | — | குளோரங்கைமா |
| Chlorophyll | — | பச்சையம் |
| Chloroplast | — | பசுங்கணிகம் |
| Classification | — | வகைபாடு |
| Coleoptile | — | கருத்தண்டு உறை |
| Coleorhiza | — | கருவேர் உறை |
| Collateral | — | ஒழுங்கமைந்த |
| Collenchyma | — | கோலங்கைமா |
| Column | — | தூண் |
| Companion cell | — | துணை ஸெல் |
| Commisural | — | இடைப்பட்ட |
| Gomplementary cell | — | நிரப்பு ஸெல் |
| Complex tissue | — | கூட்டுத் திசு |
| Concentration gradient | — | அடர்த்தி வாட்டம் |
| Concept | — | கோட்பாடு |
| Concentric | — | சூழ்வட்ட |
| Conduction | — | செலுத்துதல் |
| Conifer | — | கூம்புடைய தாவரம் |
| Contact parastichy | — | தொடு பாரஸ்டிக்கி |
| Contents | — | அடக்கப் பொருள்கள் |
| Cork (Phellem) | — | கார்க் (பெல்லம்) |
| Cork cambium | — | கார்க் கேம்பியம் |
| Cork cells | — | கார்க் ஸெல்கள் |
| Corpus | — | கோர்ப்புஸ் |
| Corolla | — | அல்லிவட்டம் |
| Cortex | — | புறணி |

Cortical bundle — புறணித் தொகுப்பு
Cortical fibre — புறணி நார்த்திசு
Cotyledon — வித்திலை
Crown — முடி
Cryptogams — கிரிப்டோ கேம்ஸ்
Culture solution — ஊட்டக்கரைசல்
Cuticle — கூட்டிகிள்
Cytology — செல்லியல்
Cytoplasm — சைட்டோ பிளாசம்

## D

Daughter cells — மகள் செல்கள்
Delimitation — வரையறை
Development — வளர்ச்சிமுறை
Derivatives — தோன்றல்கள்
Decussate — குறுக்கு மறுக்கு
Dedifferentiation — பின்னோக்கி வேறுபாடு அடைதல்
Damatogen — தோல் ஆக்குதிசு
Diarch — டையார்க்
Dicotyledons — இரு வித்திலைத்தாவரங்கள்
Dictyostele — டிக்டியோஸ்டீல்
Differentiation — வேறுமாடு அடைதல்
Dormancy — உறங்குநிலை
Dorsal — மேல்புற
Ducts — குழாய்கள்
Resin ducts — ரெசின் குழாய்கள்

## E

Early phloem — முற்பட்ட ஃபுளோயம்
Early wood — முற்பட்ட கட்டை
Embryo — கரு
Embryo axis — கருத்தண்டு
Embryology — கருவியல்
Endarch — எண்டார்க் (சைலம்)
Endodermis — அகத்தோல்
Endosperm — எண்டோஸ்பெர்ம்
Endwalls — நுனி உறைகள்
Epicotyl — வித்திலைமேல்தண்டு
Epidermis — புறத்தோல்

Evolution — பரிணாமம்
Eu-meristem — யூ ஆக்குத்திசு
Exarch — எக்சார்க் (சைலம்)
External phloem — புறஃபுளோயம்
Extra xylary — சைலம் சார்பற்ற

F

Fascicular — தொகுப்புஉட்பட்ட (கேம்பியம்)
Factor — காரணி
Ferns — பெரணிகள்
Fibre — நார்த்திசு
Fibre tracteid — நார் டிரேகிட்டு
Flower — பூ
Floral — மலரைச்சார்ந்த
Floral bud — மலரைச் சார்ந்த மொட்டு
Flowering plant — பூக்கும் தாவரம்
Foliage leaf — பொது இலை
Fossil — தொல்லுயிர்ச் சின்னம்
Fusiform initials — ஃபூசிபார்ம் தோற்றுவிகள்
Fusiform ray — ஃபூசி பார்ம் ரே

G

Gametophyte — கேமிட்டோஃபைட்
Gene — ஜீன்
Genus — பேரினம்
Glucose — குளுகோஸ்
Ground tissue — ஆதாரத்திசு
Growth — வளர்ச்சி
Growth unit concept — வளர்ச்சி அலகுக் கொள்கை
Guard cell — காப்பு செல்
Gymnosperms — ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள்

H

Habit — வளர் இயல்பு
Hairs — கேசங்கள், ரோமங்கள்
Haplostele — ஹேப்லோஸ்டீல்
Heart wood — வைரக்கட்டை

Herb — குறுஞ்செடி, பயிர்
Hexarch — ஹெக்சார்க்
Histology — திசு அமைப்பியல்
Homogeneous — ஒருதரப்பட்ட
Hormone — ஹார்மோன்
Histochemical — திசுவேதியியல்
Hypocotyl — வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு

## I

Inclusion — அகத்துள்ள
Included phloem — உட்பட்ட ஃபுளோயம்
Inflorescence — மஞ்சரி
Initial — தோற்றுவி
Intercellular — செல்லிடை (வெளி)
Inorganic — அனங்கக
Intercalary growth — இடைவளர்ச்சி
Inter fascicular — தொகுப்புகளின் இடைப்பட்ட
Internode — கணு இடைப்பகுதி
Internal phloem — அக ஃபுளோயம்
Inter xylary — சைலம் இடை
I. A. A. Indole Acetic Acid — இண்டோல் அசிடிக் அமிலம்
Isolation — தனிப்படுத்துதல்

## L

Lamina — தாள் (இலைப்பரப்பு)
Late phloem — பிற்பட்ட ஃபுளோயம்
Lateral — பக்க
Lateral Meristem — பக்க மெரிஸ்டம்
Lateral root — பக்கவேர்
Lateral trace — பக்கஇழுவை
Lateral wall — பக்கஉறை
Late wood — பிற்பட்டகட்டை
Leaf — இலை
Leaf base — இலைஅடி
Leaf buttress — இலைமுட்டு
Leaf gap — இலைப்பொந்து (இடைவெளி)
Leaf primordium — இலை ஆதாரம் (பிரைமார்டியம்)

| | | |
|---|---|---|
| Leaf scar | — | இலைவடு |
| Leaf trace | — | இலை இழுவை |
| Leaf trace sympodium | — | இலை இழுவை சிம்போடியம் |
| Leaf trace bundle | — | இலை இழுவை கற்றை |
| Lenticell | — | லெண்டி செல் |
| Lianes | — | லையேன்ஸ் |
| Lignification | — | லிக்னின் சேர்முறை |
| Longitudinal | — | நீள்போக்கு |
| Locus | — | லோகஸ் |

M

| | | |
|---|---|---|
| Marginal meristem | — | வரம்பு ஆக்குத் திசு |
| Mechanism | — | பொறிநுட்பம் |
| Medullary bundle | — | மெடுல்லரி தொகுப்பு |
| Meristem | — | ஆக்குத்திசு |
| Detached meristem | — | பிரிக்கப்பட்ட ஆக்குத் திசு |
| Basal meristem | — | அடி ஆக்குத் திசு |
| Meristematic ring | — | ஆக்குத்திசு வளையம் |
| Meristemoides | — | மெரிஸ்டமாய்டுகள் |
| Mesarch | — | மீஸார்க் |
| Mesophyll | — | இலைநடுத்திசு |
| Megaphll | — | பேரிலை |
| Megaphyllous | — | பேரிலையுடைய |
| Metaphloem | — | மெட்டாஃப்ளோயம் |
| Metaxylem | — | மெட்டா ஸைலம் |
| Microphyll | — | சிற்றிலை |
| Microphyllous | — | சிற்றிலையுடைய |
| Micro preparation | — | நுண் தயாரிப்பு |
| Middle lamella | — | நடு அடுக்கு |
| Midrib | — | நடு நரம்பு |
| Morphology | — | புற அமைப்பியல் |
| Morphogenesis | — | மார்போஜெனிசிஸ் |
| Multilacunar | — | பல இடைவெளி (கணு) |

N

| | | |
|---|---|---|
| Nerve endings | — | நரம்பு முடிவுகள் |
| Node | — | கணு |
| Nodule | — | முண்டு, முடிச்சு |

Nucleus — நூக்ளியஸ்
Nucleolus — நூக்ளியோலஸ்
Nuclear membrane — நூக்ளியஸ் ஜவ்வு
Nuclear sap — நூக்ளியஸ் ரகம்
Numerical relation — எண்சார் உறவு
Nutrient — ஊட்டப் பொருள்
Nutrient solution — ஊட்டக் கரைசல்

## O

Ontogeny — தனிவளர்ச்சி
Ontogenic spiral — தனிவளர்ச்சித் திருகு
Opposite — எதிர் (இலையடுக்கம்)
Orthrostichies — ஆர்த்ரோஸ்டிக்குகள்
Organic — அங்கக
Ovary — சூல்பை
Ovule — சூல்

## P

Palisade — பாலிஸேட்
Parastichy — பாராஸ்டிக்கி
Parenchyma — பாரங்கைமா
Pattern — கோலம்
Pedicel — பூக்காம்பு
Peduncle — மஞ்சரித் தண்டு
Pericycle — பெரிசைக்கிள்
Petal — அல்லி
Pericambium — பெரிகேம்பியம்
Pentarch — பெண்டார்க்
Phanerogam — பெனெரோகாம்
Phellem — கார்க்
Phelloderm — ஃபெல்லோடெர்ம்
Phellogen — கார்க் ஆக்குத்திசு
Phloem — ஃபுளோயம்
Phloem parenchyma — ஃபுளோயம் பாரங்கைமா
Photosynthesis — ஒளிச்சேர்க்கை
Photoperiodism — ஒளிக்காலம்
Photoperiodic induction — ஒளிக்காலத் தூண்டல்
Phyllotaxy — இலை அமைப்பு

Piliferous layer — வேர்த்தூவி அடுக்கு
Pit — குழி
Pits (Medulla) — பித்
Pith ray — பித் ரே
Pole — துருவம்
Plate meristem — தட்டு ஆக்குத்திசு
Polyarch — பாலியார்க்
Primary cell wall — பிரைமரி (முதல்) செல் உறை
Primary growth — பிரைமரி (முதல்) வளர்ச்சி
Primary phloem — பிரைமரி ஃபுளோயம்
Primary tissue — பிரைமரி திசு
Primary wall — பிரைமரி உறை
Primary xylem — பிரைமரி சைலம்
Primary body — பிரைமரி உடல்
Primordium — ஆதாரம், பிரைமார்டியம்
Procambium — முன் கேம்பியம்
Proto type — முன் மாதிரி
Proto xylem — புரோட்டோ சைலம்
Proto phloem — புரேட்டோ ஃபுளோயம்
Prophylls — முன் இலைகள்
Precursor — முன்னோடி
Prodesmogen — புரோடெஸ்மோஜன்
Promeristem — புரோமெரிஸ்டம்
Proto st ele — புரோட்டோஸ்டீல்
Protha llus — புரோதாலஸ்
Pteropsida — டெராப்சிடா
Pterido phyta — டெரிடோஃபைட்டா

## R

Rachis — ரேக்கிஸ்
Radicle — முளை வேர்
Ray — கதிர், ரே
Ray system — கதிர் தொகுதி
Radial arrangement — ஆரப்போக்கு அமைவு
Reproduction — இனப்பெருக்கம்
Reproductive stoot — இனப்பெருக்கத் தண்டு
Repıoductive stage — இனப்பெருக்க நிலை
Root — வேர்
Root Tap — ஆணி வேர்

Root adventitious — வேற்றிட வேர்
Root apex — வேர் நுனி
Root cap — வேர் மூடி
Root hair — வேர்த் தூவி
Root let — சிறு வேர்
Resin duct — ரெசின் குழாய்

S

Sclereids — தடிப்புற்ற செல்கள்
Sclerenchyma — ஸ்கிளீரங்கைமா
Secondary thickening — குறுக்கு வளர்ச்சி
Secondary growth — குறுக்கு வளர்ச்சி
Secondary meristem — (செகண்டரி) குறுக்கு ஆக்குத் திசு
Secondary phloem — (செகண்டரி) ஃப்ளோயம்
Secondary tissue — (செகண்டரி) திசு
Secondary xylem — (செகண்டரி) சைலம்
Seed — வித்து
Seed coat — விதையுறை
Seedling — நாற்று
Sepal — புல்லி
Sensitivity — நுண்ணுணர்வு
Shoot — தண்டு
Shoot apex — தண்டு நுனி
Shoot system — தண்டுத்தொகுதி
Sieve area — சல்லடைப்பரப்பு
Sieve cell — சல்லடை செல்
Sieve element — சல்லடைக்கூறு
Sieve plate — சல்லடைத்தட்டு
Sieve tube — சல்லடைக்குழாய்
Siphanostele — சைபனோஸ்டீல்
Spongy parenchyma — ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமா
Species — சிற்றினம்
Sporophyte — ஸ்போரோஃபைட்
Spring — வசந்தம்
Stele — ஸ்டீல்
Stele actinostele — ஆக்டினோஸ்டீல்
Stele dictyostele — டிக்டியோஸ்டீல், பிரிவுற்ற ஸ்டீல்

Eustele — யூஸ்டீல்
Haplostele — ஹேப்ளோஸ்டீல்
Plectostele — பிளக்டோஸ்டீல்
Siphanostele — சைபனோஸ்டீல்
Solenostele — சொலினோஸ்டீல்
Starch steath — தரச உறை
Stelar concept — ஸ்டீல் கருத்து
Stelar theory — ஸ்டீல்கொள்கை
Stem — தண்டு
Stem bundles — தண்டு தொகுப்புகள்
Stoma — இலைத்துளை
Strand — இழை
Suspensor — சஸ்பென்ஸார்
Sucrose — சுக்ரோஸ்
Surface — பரப்பு

T

Tangential — பரிதிக்குஇணைப்போக்கு(பிரிவு)
Taxonomy — வகைப் பாட்டியல்
Terminal — நுனி
Thalamus — பூத்தளம்
Tissue — திசு
Trace — இழுவை
Trabeculae — டிரபிகுலீ
Trachea — டிரேகியா
Tracheary element — டிரேகியக்கூறு
Tracheopyta — டிரேகியோஃபைட்டா
Transition region — மாறுபடும்பகுதி (வேர்-தண்டு)
Tracheid — டிரேகிட்டு
Transfusion tissue — டிரன்ஸ்ஃப்யூஷன் திசு
Tunica — டூனிக்கா

U

Unilocunar — ஓரிடைவெளி (கூறு)
Unit — அலகு

V

Vacuole — வாக்யூல்
Vascular bundle — சாற்றுக்குழாய்த்தொகுப்பு

Vascular tissue — சாற்றுக்குழாய்த்திசு
Vascular ray — சாற்றுக்குழாய்க்கதிர்
Vascular Cambium — சாற்றுக்குழாய் கேம்பியம்
Vascular Cyptogam — சாற்றுக்குழாய் கிரிப்டோகேம்
Vascular Cylinder — சாற்றுக்குழாய் உருளை
Vascular system — சாற்றுக்குழாய்த் தொகுதி
Vegetative reproduction — உறுப்பு இனப்பெருக்கம்
Vegetative stage — உறுப்பு நிலை
Vein — நரம்பு
Venation — நரம்பமைப்பு
Venation parallel — ஒருபோக்கு நரம்பமைப்பு
Venation Reticulate — வலைப்பின்னல் நரம்பமைப்பு
Vessel — வெஸல்

## W

Wall — உறை
Winter bud — குளிர்கால மொட்டு
Wood — கட்டை
Wound xylem — புண்ஸைலம்

## X

Xylem — ஸைலம்
Xylem parenchyma — ஸைலம் பாரங்கைமா
Xylary fibre — ஸைல நார்த்திசு
Xylary procambiam — ஸைல புரோகேம்பியம்

## Z

Zygote — ஸைகோட்

———

